

# Dificultades en el planteamiento del refuerzo de pilares de hormigón armado

## *Challenges in the approach to strengthening reinforced concrete columns*

Enrique Calderón Bello <sup>a,\*</sup> y Eduardo Díaz-Pavón Cuaresma <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Jefe de la Sección de Rehabilitación, INTEMAC, S. A., Madrid, España

<sup>b</sup> Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Jefe de la Sección de Patología, INTEMAC, S. A., Madrid, España

Recibido el 23 de febrero de 2017; aceptado el 10 de septiembre de 2017

### Resumen

La poca regulación existente para el refuerzo de estructuras hace que hasta en los casos más sencillos de edificación sea enormemente complicado tener un criterio de actuación. En la revisión de proyectos de rehabilitación hemos detectado que el denominador común en muchos refuerzos de pilares fue la ausencia de la justificación del planteamiento del refuerzo o de cómo se transmitían las cargas de la estructura existente al mismo. Sirvan como ejemplo las numerosas intervenciones llevadas a cabo tras el terremoto de Lorca de 2011, donde muchos pilares resultaron gravemente dañados. Las soluciones de refuerzo fueron diversas, aunque compartían en la mayoría de los casos la precipitación en su ejecución y la ausencia de valoración de su efectividad.

Se expone, mediante un ejemplo de un pilar dañado en una planta, la problemática del diseño del refuerzo y cómo este puede resultar de mayor alcance del esperado.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

*Palabras clave:* Refuerzo de pilares; Transmisión de cargas; Encamisado de hormigón; Empresillado metálico

### Abstract

The lack of regulations with regards to strengthening reinforced structures prevents the adoption of a standardised approach to even the simplest building structures. Following the analysis of refurbishment projects, it has been concluded that the common denominator in many reinforced columns was the lack of justification of the calculation of the column reinforcement, or even the load transmission between the existing structure and this new reinforcement. Of special concern were the numerous interventions carried out following the earthquake that took place in Lorca in 2011, where many columns had been severely damaged. Although the strengthening solutions implemented in Lorca were diverse, they all followed a similar pattern presenting design solutions that were rushed and lacked a proper evaluation of their effectiveness.

This article focuses on an example of a damaged column on a random building floor and the associated challenge related to the design of a strengthening solution and how this may eventually result in a significantly larger scope than initially envisaged.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

*Keywords:* Strengthened column; Load transmission; Concrete jacket; Steel jacket

### Introducción

La reducción reciente de construcción de obra nueva, tanto en obra civil como de edificación, y el aumento del sector

de la rehabilitación y una mayor preocupación general por el mantenimiento del patrimonio construido han supuesto que se aprecie un mayor interés por regularizar o normalizar estas prácticas, tal y como sucede con la obra nueva. A fecha de la redacción del presente artículo muchos países siguen trabajando para redactar normativas que cubran las obras existentes y el tratamiento de los refuerzos. Ejemplo de ello es el futuro

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [ecalderon@intemac.es](mailto:ecalderon@intemac.es) (E. Calderón Bello).

Eurocódigo de estructuras existentes, que lleva varios años en fase de planteamiento y actualmente se halla en fase de redacción, si bien aún no hay fecha clara de publicación.

El problema fundamental radica en que al analizar diferentes estructuras reforzadas en las últimas décadas se observa una enorme heterogeneidad en el planteamiento y la ejecución de los refuerzos. Aunque desde hace décadas existen grupos de investigación que han tratado de analizar aspectos muy concretos del comportamiento de los refuerzos, publicando tesis doctorales y artículos de interés al respecto (véanse por ejemplo las referencias [1–20]), en muchos casos se adoptan soluciones que aparentemente son de buena praxis (muchas veces por el hecho de ver esa solución aplicada en un mayor número de obras) sin meditar si la tipología aplicada será apropiada para cada obra concreta.

La inspección reiterada de más de 350 edificios en Lorca tras el terremoto de mayo de 2011 [21] puso de manifiesto que, en aquellos cuya estructura estaba formada por pórticos de hormigón (aproximadamente la mitad), el daño estructural más habitual era el fallo del pilar (provocado lógicamente por el sismo, aunque en la totalidad de los casos debido a una configuración del mismo no adecuada: pilares enanos, cautivos, detalles de armado inadecuados, etc.). En efecto, encontramos más de 70 edificios (50 de ellos de construcción relativamente reciente, admitiendo en tal clasificación estructuras construidas en el ámbito de normativas muy parecidas a las vigentes en la actualidad) con daños muy graves en pilares (en muchos casos, incluso colapsos), que exigían una actuación de refuerzo urgente para, al menos, restituir su capacidad frente a acciones gravitatorias. Sin embargo, en ninguno de estos edificios las actuaciones de refuerzo que se llevaron a cabo atendieron a la redacción de un proyecto en el que se justificara adecuadamente su procedimiento de ejecución, dimensionamiento, entrada en carga, afectación al resto de la estructura, etc. Solo en 2 edificios se aportó un proyecto que justificaba parcialmente estos aspectos.

La urgencia de intervención se utiliza como excusa de la ausencia de dichas justificaciones o incluso del propio proyecto correspondiente. Como se expone en [22], el problema se agrava en estos casos, pues el propio apeo previo al refuerzo tiene igual o mayor complejidad que dicho refuerzo, requiriendo igualmente su adecuada concepción y justificación técnica.

Parece que se sobreentiende que en una obra nueva se exija un anejo de cálculos justificativos sobre el dimensionamiento de la estructura, pero parece haber cierta benevolencia en el sector de la rehabilitación a la hora de admitir soluciones de refuerzo estructural sin dimensionar y únicamente basadas en supuestos criterios de buena praxis, cuando en ambos casos deben exigirse soluciones técnicamente justificadas.

Como se expone en el presente artículo, hay múltiples aspectos a tener en cuenta en el dimensionamiento de refuerzos de pilares de hormigón armado, y algunos de ellos pueden suponer que el alcance del refuerzo sea mucho mayor del esperado. Todo lo que se apunta se basa en casos sencillos y habituales en edificación (pilares sometidos a compresión dominante), por lo que tampoco es de extrañar que en el caso de refuerzos necesarios por fenómenos más complejos, como

es el caso de estructuras dañadas tras un terremoto, los técnicos encuentren aún más dificultad en el dimensionamiento.

### Problemas de eficacia en el refuerzo de pilares de hormigón armado

A la hora de plantear el refuerzo de un pilar de hormigón armado existen diferentes tipologías y técnicas, las cuales podemos agrupar por el material empleado en el refuerzo (encamisados de hormigón, empresillados o encamisados metálicos, zunchado con materiales compuestos, etc.), o bien por su forma de trabajo [1]. En este último caso, las tipologías podrían ser las 2 siguientes, con independencia de los materiales empleados:

- Refuerzos por sustitución, en los que se desprecia la capacidad del soporte original (salvo en la zona de transferencia del refuerzo) y el refuerzo se dimensiona para recibir la totalidad de la carga.

- Refuerzos por colaboración, que tienen por finalidad aumentar la capacidad estructural, ya sea incrementando la sección del soporte existente, o simplemente mejorando su resistencia a través del confinamiento.

En el caso concreto de refuerzos ejecutados en España, las técnicas habituales de encamisado de hormigón armado o empresillado metálico estarían incluidas en el primer grupo, y las técnicas de encamisado con materiales compuestos o chapas en el segundo, si bien también se detectan casos de encamisado de hormigón con función de confinamiento.

Centrando el artículo en estos casos habituales, se exponen a continuación algunos de los condicionantes de planteamiento del refuerzo y/o de ejecución del mismo que, de no ser tenidos en cuenta, pueden limitar la efectividad del refuerzo o, incluso, hacerlo pernicioso por la falsa tranquilidad que transmite el elemento reforzado.

#### *Transferencia de cargas del soporte existente al refuerzo*

En los refuerzos por sustitución es fundamental analizar cómo se producirá la transferencia de esfuerzos entre el pilar existente y el refuerzo. Ello tiene una gran repercusión sobre la extensión del refuerzo. Como se expone en [1–3,11] y en la figura 1 (extractada de [1]), si existe un tramo en situación de refuerzo (por estar dañado, presentar capacidad insuficiente, etc.) se deberá realizar la transferencia de carga en el tramo superior no dañado (o que no requiere ser reforzado por condiciones de cálculo). En caso contrario, de realizar la transferencia en el tramo afectado podría producirse el agotamiento del pilar existente en los primeros centímetros donde aún no se ha transferido la carga al refuerzo.

Igualmente pasa en el tramo inferior, donde habría que devolver los esfuerzos al pilar existente, caso de que este, *per se*, no requiera ser reforzado.

Como se detalla en el siguiente apartado, se hace necesario poder determinar la longitud de transferencia de la carga entre el pilar existente y el refuerzo.

Otra opción es realizar la transferencia a través de los nudos de la estructura existente por contacto directo entre la cara inferior del forjado y el encamisado o capitel dispuesto. Este criterio

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/6747303>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/6747303>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)