

Actuación sobre muro de cimentación en precario, utilizando aparatos CSAP con hinca hidráulica de perfiles

Juan José Rosas Alaguero

El presente artículo describe una actuación cuyo objeto era realizar una importante apertura, para un acceso interior, en un muro de cimentación que soportaba un edificio de 7-8 niveles estructurales, con la dificultad añadida de la realización de un rebaje interior que afectaba directamente a la seguridad del cimiento, así como evidencias de lesiones estructurales detectadas en el propio muro de cimentación.

Los trabajos aquí descritos se acometieron durante el mes de febrero de 2014 en las obras de ampliación del hotel Alhambra en Santa Susana (Barcelona), basándose en una propuesta de Juan José Rosas Alaguero (socio numerario n.º 111) en colaboración con la dirección de obra en la persona de Antoni Padullés, arquitecto de la obra. En la actuación se utilizaron tecnologías propias y patentadas de la firma 2PE (modelo de utilidad ES1078907), instalándose seis aparatos CSAP (Cimentaciones Suspendidas sobre Apoyos Profundos), cuatro de los cuales se modificaron para cubrir las especiales necesidades de esta obra.

El Hotel Alhambra está en la población de Santa Susanna en la provincia de Barcelona, construido en los años 60; es un edificio con un nivel de sótano, planta baja y seis alturas. La estructura del hotel se resuelve mediante forjado unidireccional con paredes de carga con luces características de cinco metros, en la planta sótano; la fachada descansa sobre una muroviga de cimentación de hormigón en masa.

El rebaje a realizar implicaba dejar el plano de apoyo de la cimentación a muy poca profundidad respecto la cota final de la excavación, lo cual planteaba una razonable duda sobre la repercusión en la capacidad de la actual cimentación, tanto a efectos de la capacidad del mecanismo resistente de la cimentación como a efectos de posibles asentamientos debido a una posible redistribución de esfuerzos (fig. 1).

Con la finalidad de acotar dentro de límites razonables el riesgo arriba descrito, el proyecto contemplaba toda una serie de protocolos de actuación basados en excavación y refuerzo de la cimentación por tramos alternos, garantizando así que, en momento alguno, la capacidad de la cimentación quedara disminuida en un tramo lo suficientemente largo como para provocar problemas estructurales.

La metodología diseñada se mostró efectiva en prácticamente toda la obra, no apreciándose movimiento alguno ni indicios de esfuerzos añadidos sobre la estructura existente; sin embargo, en un tramo de actuación sobre el muro perimetral, se detectaron un conjunto de fisuras, las cuales, aunque no se tenía el convencimiento que fueran nuevas, sí que se entendió que eran un indicio suficiente para poner en sospecha, a efectos estructurales, dicho tramo de muro.

Lo anterior, junto con el hecho que en dicho tramo de muro debía abrirse un acceso de anchura 120 cm y

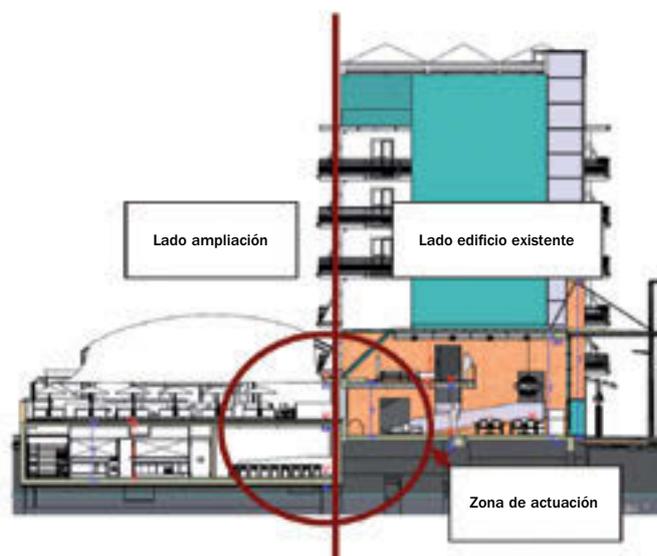


Figura 1. Render del hotel y zona de actuación (Barcelona).



Figura 2. 3D de la futura actuación a realizar. El acceso de la figura implica la necesidad de realizar un importante hueco en un muro de cimentación que soporta planta baja y seis alturas.

altura 200 cm, llevó al convencimiento que eran necesarias medidas de refuerzo que permitieran asegurar que la actuación a realizar no pondría en peligro la integridad de la estructura (fig. 2).

Como dificultad añadida a lo arriba expuesto, cabe mencionar que los trabajos de rehabilitación que se estaban realizando debían estar acabados en un plazo breve debido a que el hotel iniciaba la temporada de trabajo en fechas próximas y la actuación a realizar estaba situada en una zona crítica para el funcionamiento de la instalación hotelera, lo cual implicaba que cualquier actuación a realizar debía ser compatible con la continuidad de los trabajos de construcción que en ese momento se estaban realizando.

En este punto, la dirección facultativa de la obra se puso en contacto con 2PE Fonaments en Petits Espais en la persona de Juan José Rosas (socio numerario ACE n.º 111) con el fin de diseñar una actuación cuyos tres objetivos fundamentales fueran:

- Reforzar el mecanismo de cimentación existente actuando mínimamente sobre el muro ya que se asumía que la zona donde debía reforzarse tenía un nivel de seguridad muy ajustado debido a que la cimentación prácticamente no estaba empotrada en el terreno y se apreciaban lesiones.
- Dotar al muro de mecanismos resistentes que le dieran una seguridad añadida para soportar la redistribución de esfuerzos asociada a la apertura del acceso.
- Realizar la actuación en convivencia con los trabajos de construcción que se estaban realizando.

Para cubrir los anteriores objetivos, se diseñó una actuación basada en la utilización de aparatos CSAP,

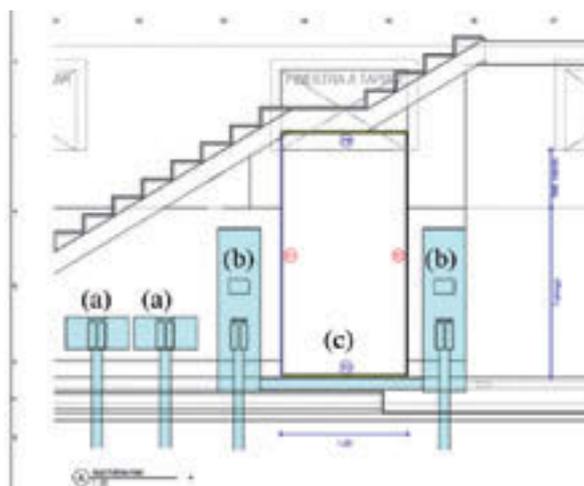


Figura 3. Alzado de la actuación a realizar, basada en la utilización de dos aparatos de recalce 2PE (a) para refuerzo de la cimentación y un conjunto de cuatro aparatos de recalce especiales (dos en cada lado conectados con un conjunto de barras pasantes) (b) y unidos por un tensor (c).

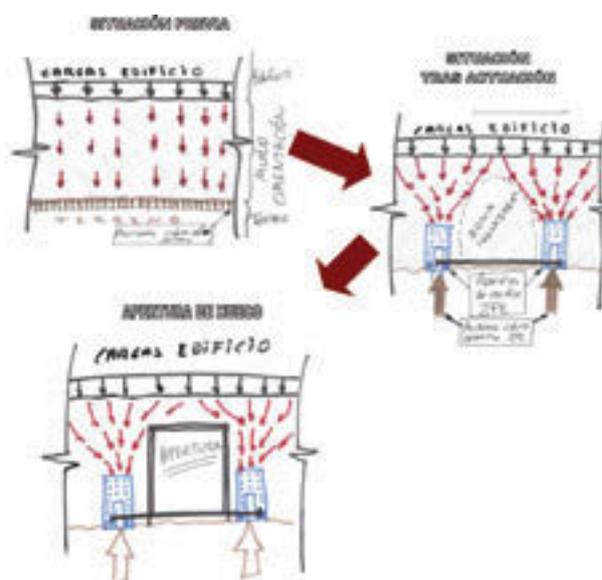


Figura 4. Esquemas de la actuación. Las flechas rojas pretenden reflejar el campo de la acción principal mayor.

los cuales, gracias a su capacidad de ponerse en carga mediante sistemas hidráulicos (activado de los aparatos) debían llevar al muro a un estado de tensiones más adecuado para que este no sufriera daños en la fase de realización del hueco (fig. 3).

Conceptualmente hablando, se consideró una situación previa donde el muro tenía como acciones principales las cargas del edificio y la reacción del propio terreno, ambas se consideraron fundamentalmente distribuidas y homogéneas. La actuación prevista pretendía, gracias a la capacidad de los aparatos CSAP para ser activados y comportarse como un punto rígido, generar un campo de tensiones en el muro que permitiera acometer el futuro hueco con mayores garantías para la estabilidad del conjunto (fig. 4).

La actuación se estructuró en las siguientes fases:

- **Fase 1.** Instalación de dos aparatos CSAP a modo de refuerzo de la cimentación en uno de los laterales donde el recalce tradicional aún no se había construido (actuación en el lado de la ampliación). El objeto de esta instalación era dotar al muro de cimentación de un factor de seguridad añadido frente a asientos, que permitiera acometer las siguientes fases con un mayor nivel de seguridad, no iniciándose el resto de actuaciones hasta su puesta en carga.
- **Fase 2.** Instalación de cuatro aparatos CSAP especiales, dos a cada lado del muro (lado de la ampliación y lado del edificio existente). Estos aparatos se diseñaron para que trabajaran por parejas, de forma que cada pareja de aparatos estaba a un lado de la futura apertura, estando conectados mediante unos tirantes que atravesaban el muro y cuya tensión, junto con los pernos conectores, permitía garantizar la solidaridad de los aparatos con el muro (figs. 5 a 8).
- **Fase 3.** Activación de los cuatro aparatos. La activación se realizó mediante un montaje hidráulico que permitió ponerlos en carga de forma conjunta, haciendo que cada uno de ellos alcanzaran un esfuerzo de 10 T. Se destaca que, gracias a este proceso de activación, la cimentación queda con un nivel de seguridad muy superior al existente antes de la actuación (figs. 9 y 10).
- **FASE 4.** Corte del muro utilizando equipo de hilo de diamante para materializar el acceso deseado (figs. 11 y 12).

Durante todo el proceso, se realizó un estricto control de los movimientos de la estructura así como de la evolución de las lesiones existentes, pudiéndose verificar que, en momento alguno, se superó el límite establecido de 2,5 mm ni se apreció evolución alguna en las lesiones vigiladas.

La actuación de 2PE Fonaments en Petits Espais duró ocho días laborables y fue compatible con las especiales características de la obra. Se destaca que, a un lado del muro, se realizaban trabajos de construcción de una nueva estructura, siendo el espacio muy reducido por la presencia de puntales y la dificultad del acceso, mientras que en el otro lado se debía entrar en las instalaciones del hotel a través de pasillos, estancias y puertas de acceso pensadas únicamente para la operativa del hotel.

La operativa aquí mostrada puede ser una buena alternativa cuando deban realizarse actuaciones comprometidas sobre elementos de cimentación en carga. La posibilidad de descargar el elemento de cimenta-



Figura 5. Hincia hidráulica de perfiles con control mediante nivelación láser.



Figura 6. Acceso de equipo de preperforación al lado de actuación en el edificio existente. Circulación por pasillos y entrada a través de puertas.



Figura 7. Hincia hidráulica de perfiles en el lado del edificio existente. La hincia se realizó con una central de alto caudal alcanzando presiones superiores a 500 kg/cm².

ción existente, gracias a la activación de los aparatos CSAP, permite actuar sobre el elemento de cimentación sin poner en peligro la estructura que soporta. La utilización de maquinaria eléctrica de reducidas dimensiones, así como operativas basadas en elementos prefabricados, permiten acometer trabajos con un mínimo impacto sobre los elementos y/o actividades preexistentes.

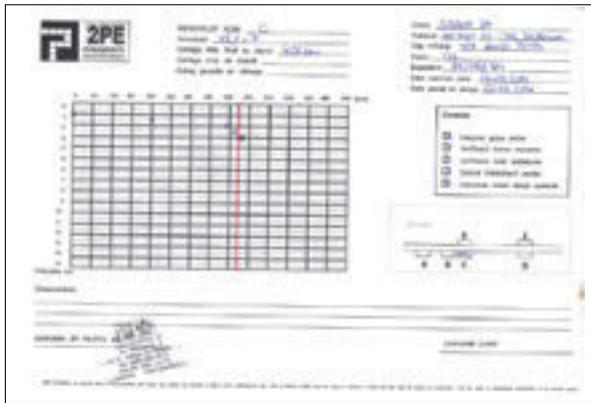


Figura 8. Hoja de control de hincado de perfil a modo de control de calidad, seguimiento y prueba de carga de cada uno de los aparatos CSAP.



Figura 9. Puesta en carga simultánea de los cuatro aparatos de recalce 2PE. Se puede ver el lado del edificio existente (foto izquierda) con un distribuidor hidráulico de cuatro canales. En el lado de la ampliación, se pueden ver los manguitos hidráulicos pasando a través de una ventana existente.



Figura 10. Conjunto de aparatos de recalce en el lado del edificio existente. En las fotos se aprecia tanto la conexión, mediante el tirante, de los dos aparatos instalados en cada lado del muro (1), como los pasantes que conectaban las parejas de aparatos situados a cada lado del muro (2).

Agradecer al **hotel Alhambra** de Santa Susanna la posibilidad de realizar esta actuación y al Sr. **Antoni Padullés**, como arquitecto de la obra, su colaboración y esfuerzo, ya que sin ellos no habría sido posible transformar una idea en un proyecto totalmente ejecutable. Agradecer, también, al equipo de **2PE Fonaments en Petits Espais**, su predisposición a realizar cambios sobre sus elementos «estándares» adaptándose así a los especiales requerimientos del proyecto aquí presentado.

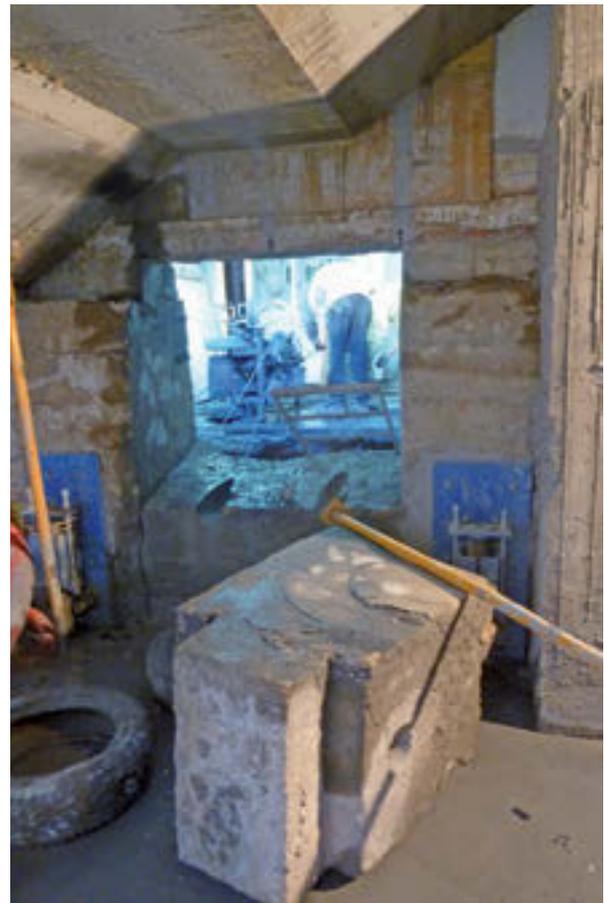


Figura 11. Huelco parcial realizado mediante equipo de corte de hilo de diamante. Se aprecia un primer bloque de hormigón. Vista desde el lado de la ampliación.



Figura 12. Vista final tras el enmarcado del hueco.