17

ARQUITECTURA,
URBANISME
I EDIFICACIÓ

50 ANYS
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH
sense limits

UPCPOSTGRAU

Anomalías constructivas en la edificación residencial

César Díaz, Còssima Cornadó
Jesús Arribas, Ramon Gumà,
Estefanía Martín, Pere Santamaria,
Marc Seguí, Sara Vima

ES1. ESTRUCTURA MUROS

Anomalía 1. Grietas y abombamientos debidos a las cargas verticales en muros gruesos

Anomalía 2. Abombamientos y desplomes progresivos en muros gruesos de fachada de edificios antiguos

Anomalía 3. Pérdida de cohesión de la arcilla en muros afectados por el agua

Anomalía 4. Grietas y abombamientos debidos a las cargas verticales en muros de ladrillo de media asta

Anomalía 1

Grietas y abombamientos debidos a las cargas verticales en muros gruesos

La denominación *de* **muro grueso** se asocia generalmente al muro que tiene un grosor superior a los 24 o 30 cm, tanto si es de ladrillo como de mampostería de piedra (ordinaria o concertada), tierra o adobe. Es decir, se asocia a muros de poca esbeltez, en comparación con los muros (también llamados **paredes**) de carga o de cerramiento de 12 o 14 cm aplicados de forma muy habitual a partir de la construcción de los ensanches urbanos de mediados del XIX y durante el siglo XX.

Cuando el muro es homogéneo en toda su sección y está construido con alguno de los materiales anteriormente citados, su comportamiento mecánico sigue con suficiente aproximación las leyes elásticas de rotura para materiales rígidos. De esta forma, las grietas que puedan aparecer seguirán las direcciones de las tensiones principales de compresión y serán visibles en los paramentos del muro. En estos casos, cuando la carga vertical es de magnitud constante y el muro es ciego, la superación de la tensión de rotura se manifiesta por una o diversas grietas en dirección vertical localizadas en las zonas inferiores más solicitadas. Dichas grietas marcan en cada punto de su recorrido la dirección transversal a la máxima tensión de tracción en dicho punto. Si el muro tiene huecos, siguiendo la misma ley elástica, las fisuras pueden adoptar una forma parabólica junto a las jambas de los entrepaños de las ventanas o puertas (fig. 1.1). En muros de varias plantas, los esquemas de las líneas de fractura se superponen de forma idéntica en cada planta, aunque las tensiones se incrementen progresivamente a medida que descienden por el muro (fig. 1.2).

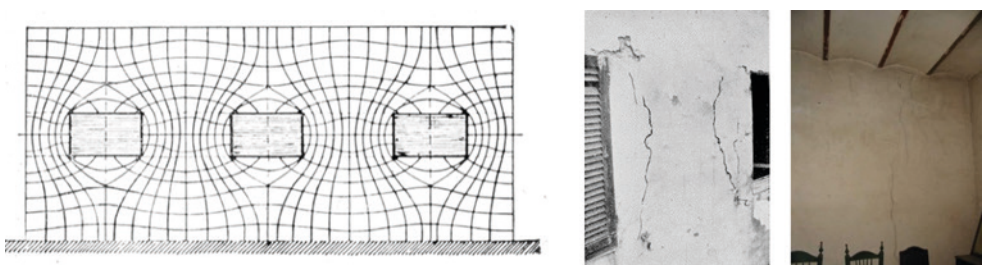

Fig. 1.1. Esquema de líneas isostáticas de un muro con huecos cargado homogéneamente, suponiendo un comportamiento equivalente al de un material rígido, homogéneo y elástico. En las fotos, roturas por exceso de compresión de muros gruesos en la planta baja, siguiendo las direcciones de las líneas isostáticas de compresión o líneas de fractura.

Ahora bien, cuando la sección del muro no es homogénea, de forma que en su zona central hay un material más deformable y menos cohesivo que en sus dos zonas laterales, al modo de un muro a la romana, o cuando las piezas perpiañas que conectan las zonas laterales son demasiado escasas (fig. 1.3), la manifestación de la fractura ante el exceso de carga suele ser una grieta vertical en la parte central del muro, que lo separa en dos mitades más esbeltas. Esta grieta no suele ser visible, si bien a veces es verificable algún abombamiento en los paramentos del muro o se forma una grieta horizontal coincidente en altura con la parte intermedia de la grieta vertical no visible.

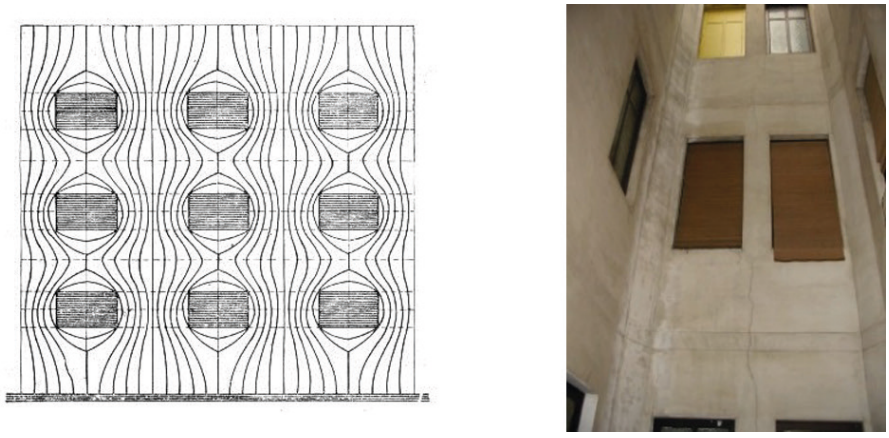

Fig. 1.2. Esquema de las líneas isostáticas de compresión en un edificio de varias plantas. En la foto, ejemplo de muro de ladrillo de 14 cm de grosor fisurado siguiendo también las direcciones del modelo de líneas isostáticas en un patio interior de ventilación de un edificio urbano.

Fig. 1.3. Fractura interna típica de muros gruesos con escasa cohesión en la parte interna de su sección, lo cual es propio de muchos muros de piedra con mampostería no concertada.

Cuando la carga que recibe el muro es puntual, como en el caso de una viga, suelen marcarse dos grietas a 45° que se inician justo en las aristas inferiores de la viga, descendiendo a 45º por el paramento vertical hasta el nivel en que la tensión en el muro ya no supera su tensión de rotura (fig. 1.4). A veces, ante esta solicitación, el muro marca una sola grieta vertical debajo de la viga.

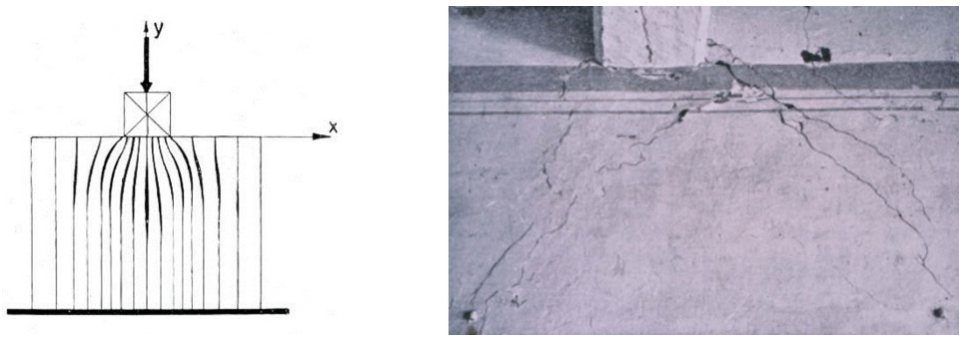

Fig. 1.4. Esquema de líneas isostáticas de compresión de un muro sometido a la carga puntual de una viga. En la foto, rotura del muro por la vigueta que lo sobrecarga marcando dos grietas a 45°.

Otra posible forma de fractura se encuentra en los muros que presentan en su grosor pilastras de un material más rígido, como es el caso de los muros de tierra ubicados entre pilastras de ladrillo o de muros de piedra formados por mamposterías con aparejos diferentes. En estas situaciones, las tensiones de corte originadas por la mayor deformabilidad del material o elemento menos rígido originan familias de grietas a 45° a partir de los puntos salientes del material o elemento más rígido (fig. 1.5).

Fig. 1.5. Familias de grietas debidas al cambio de rigidez de los materiales del muro entrelazados. Se marcan a partir de las esquinas superiores del material más rígido, mostrando el descenso del menos rígido.

Con independencia de las características de la sección del muro, puede darse el caso que en fases anteriores a la manifestación de las formas de rotura expuestas, se presente un primer síntoma del exceso de compresión que experimenta a través del aplastamiento de las juntas horizontales de mortero y su consecuente desmenuzamiento, seguido de la aparición de las fisuras verticales ya comentadas, que coinciden preferentemente con las alineaciones de las juntas verticales de la mampostería (fig. 1.6).

Los encuentros entre muros transversales suelen ser lugares de formación de grietas coincidentes con la arista vertical del lugar del encuentro (fig. 1.6). Generalmente, estas lesiones son debidas a las tensiones generadas por la diferencia de deformabilidad entre el muro que soporta la carga de los forjados o la cubierta y el muro o tabique no cargado. En estos casos, se requiere evaluar las consecuencias mecánicas de la eliminación de la unión sobre las condiciones de arriostramiento del edificio y la estabilidad a vuelco de los muros o tabiques desconectados.

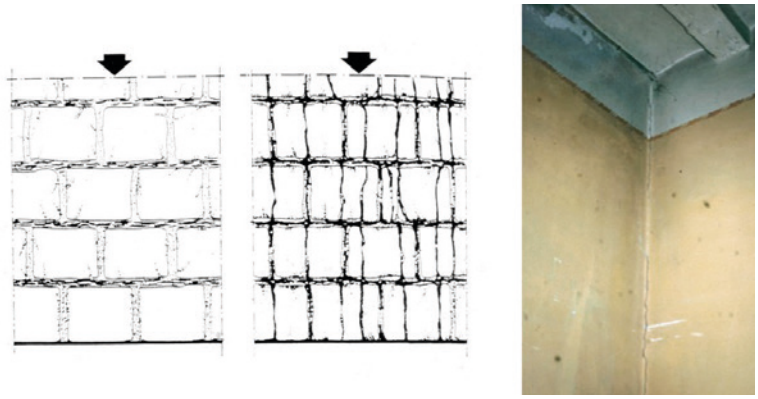

Fig. 1.6. El gráfico de la izquierda esquematiza los daños por aplastamiento en las juntas de mortero horizontales, que se presentan en algunos muros en una fase previa a las grietas verticales típicas de los elementos con comportamiento elástico. En la foto, rotura del encuentro entre paredes transversales originada por la diferencia de cargas que reciben de los forjados.

Pautas para la intervención

La solución dependerá de las causas que generen las lesiones, en tanto que pueden derivar de deficiencias mecánicas originales o surgidas por aumentos de sobrecarga posteriores, o bien de procesos de degradación de los materiales constituyentes (alteraciones en las juntas de mortero, humedades, etc.). La elección concreta del método de refuerzo a aplicar también dependerá de su incidencia sobre la superficie de los espacios ocupados por los elementos del refuerzo y de la factibilidad de su apariencia y visibilidad permanente.

Entre las formas de intervención a aplicar, se puede establecer una gran subdivisión ente las que solo se plantean restituir la resistencia del muro afectado por el daño y las que pueden también cumplir, si es preciso, una función de refuerzo o aumento de resistencia del muro originario antes de su lesión.

Entre las que se plantean solo restituir la resistencia o prestaciones iniciales, las más utilizadas son:

- Los grapajes, con disposición de armaduras metálicas que cosen las fisuras, aplicable cuando las grietas son pasivas, una vez subsanada o desaparecida la causa del daño (fig. 1.7). Pueden disponer de patilla en sus extremos o ser barras rectas embebidas en mortero adhesivo.

- Las infusiones de productos cementícios o rejuntados que colmatan las juntas alteradas y los vacíos internos del muro. Para este mismo objetivo pueden usarse las inyecciones, utilizadas cuando se requiere mayor presión para penetrar el producto o para colmatar las fisuras.

- Los zunchados, con la función de reducir la esbeltez del muro o aumentar la rigidez global del edificio. También se aplican junto con los atirantados con el fin de frenar las pérdidas progresivas de sección útil que generan los lentos movimientos reológicos de abombamiento o de desplome, tratados en la Anomalía 2.

– La sustitución física de las zonas de muro afectadas por el daño con material cuanto menos de la misma capacidad resistente, procurando un buen contacto entre el material existente y el incorporado. A veces, la sustitución se realiza de forma discontinua (**cosido** *y* **descosido**).

Fig. 1.7. Formas de disposición de las grapas para recuperar la continuidad de elementos murarios agrietados por causas diversas, no necesariamente asociadas a las cargas verticales.

Entre las que pueden adicionalmente aumentar la resistencia del muro, se hallan las siguientes:

– Las **taxidermias**, que consisten en introducir armaduras metálicas o de fibras de vidrio o carbono en la sección del muro formando una retícula resistente, utilizando para ello herramientas rotacionales adecuadas.

– La sustitución funcional del muro lesionado o con capacidad resistente insuficiente por nuevos elementos que sustituyan su función resistente. Los nuevos elementos suelen ser muros de albañilería adosados al existente o estructuras porticadas formadas por pilares y jácenas metálicas en análoga situación.

– Los regruesados del muro lesionado o con capacidad resistente insuficiente, mediante el aumento de su sección, procurando un trabajo conjunto. Para ello se utiliza la clásica solución de hormigón proyectado sobre mallazos metálicos conectados al muro o a base de morteros de alta resistencia y mallas de fibra de vidrio o fibra de carbono, esta última de menor grosor (fig. 1.8).

Fig. 1.8. Formas de regruesado de muros mediante mallazos metálicos o de fibras posicionados por uno o dos paramentos.

Complemento bibliográfico

CASANOVAS, X. (1995). "Tècniques d'intervenció en sistemes estructurals de parets de càrrega". *Manual de diagnosi i intervenció en sistemes estructurals de parets de càrrega*. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona (Parte III, cap. 12).

DI STEFANO, R. (1990). "Consolidamentodelle strutture murarie". *In consolidamento strutturale nel restauro architettonico*. Edizioni Scientifiche Italiana (cap. V, pp. 187-222).

DÍAZ, C. (1995). "Parets de càrrega: Possibles disfuncions estructurals. Simptomatologia". *Manual de diagnosi i intervenció en sistemes estructurals de parets de càrrega*. Col·legi d'Aparelladors i Arquitectes Tècnics de Barcelona (cap. 4, pp. 33-40).

DÍAZ, C. (2007). "Lesiones estructurales en los edificios de la arquitectura tradicional mediterránea". *Método Rehabimed, arquitectura tradicional mediterránea* (Parte 2, Herramienta 5, pp. 195-206).

DÍAZ, C. (2007). "La rehabilitación de los elementos estructurales de la arquitectura tradicional mediterránea". *Método Rehabimed: arquitectura tradicional mediterránea* (Parte 2, Herramienta 8, pp. 297-307).

MASTRODICASA, S. (1978). "Cedimento delle strutture murarie". *Dissesti Statici delle Strutture Edilizie*. Hoepli Ed (Parte Terza, cap. XV a XVIII, pp. 218-263).

ROCCHI, P., PICCIRILLI, C., BLASI, S. (1999). "Strutture verticali, Murature". *Manuale del consolidamento*, Tipografia del Genio Civile, Roma (Parte Seconda B1; Strutture verticali, Murature, pp. 44-69).