

Patología de las estructuras de fábrica: lesiones

Apellidos, nombre	Basset Salom, Luisa (lbasset@mes.upv.es)
Departamento	Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Centro	Universitat Politècnica de València

1 Resumen de las ideas clave

En este artículo vamos a enumerar y explicar las lesiones que se pueden producir en las estructuras de fábrica. Es importante saber identificar estas lesiones lo antes posible así como tener una idea clara del alcance del daño, y del posible peligro de estabilidad, con el fin de hacer un diagnóstico acertado de sus causas y proyectar la intervención más adecuada de reparación, refuerzo o sustitución.

2 Introducción

La obra de fábrica es un material compuesto formado por piezas (ladrillos, adobes, bloques de hormigón, sillerías, piedras de cantería irregulares, etc.) unidas entre sí mediante un elemento aglutinante llamado mortero (de cal, de cemento, etc.). Su forma de trabajo se basa en la resistencia de todos sus elementos a compresión que, con la ayuda de la trabazón de los mismos entre sí (aparejo) son capaces de soportar las cargas verticales del edificio y, en algunos casos, las horizontales.

Los elementos estructurales que mejor se adecuan a las condiciones mecánicas y resistentes son los que por su geometría logran mantener el material principalmente en estados de compresión: muros, arcos, etc. Los muros soportan las cargas verticales debidas a su peso propio, al peso de plantas superiores o de la cubierta, uso y nieve, y las cargas horizontales perpendiculares a su plano o contenidos en él, debidas a las acciones de viento o sismo, a las fuerzas transmitidas por otros elementos estructurales o a los empujes del terreno. Si son muy esbeltos (poco espesor en relación a su altura) pueden estar sometidos a pandeo

La estabilidad o la durabilidad de las estructuras de fábrica pueden ponerse en riesgo, entre otros factores, debido al deterioro del material, a deficiencias en la construcción o a fallos de la cimentación. Pueden, en ese caso, precisar de intervenciones de reparación, refuerzo o sustitución para restituir su capacidad portante original, para incrementar sus propiedades resistentes o incluso, en el caso de una rehabilitación, para garantizar el cumplimiento de las prescripciones y normativas de seguridad.

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Enumerar e identificar las lesiones físicas y químicas de una obra de fábrica.
- Enumerar e identificar las lesiones mecánicas de una obra de fábrica.

4 Lesiones en las estructuras de fábrica

La patología que se presenta en las estructuras de fábrica puede deberse a la degradación de los materiales (ladrillo, piedra, tierra, tapial) por procesos físicos y/o químicos (lesiones físicas o químicas) o a causas de tipo mecánico que hacen que se supere la resistencia del material.

4.1 Lesiones físicas y químicas

Los materiales que componen las obras de fábrica se degradan con el paso del tiempo, aunque este proceso se acelera por procesos físicos o químicos. Esta degradación afecta más a su aspecto exterior aunque podría afectar también a su función resistente. Los principales efectos son, por tanto, el deterioro de las superficies, la pérdida de material y la disminución de resistencia. Dependerán del material que constituye la fábrica y del tipo de mortero utilizado en las juntas.

La fábrica se debilita con la presencia de agua (lluvia, humedad, sequía, heladas) y los cambios de temperatura, así como con la polución o la erosión física por el viento, produciéndose fisuras o pérdida de material, sobre todo cuando está muy expuesta. La humedad puede provenir de alguna filtración, de condensaciones, fugas, bajantes o ascender por capilaridad. La erosión física será mayor o menor en función de la exposición de la fábrica a los agentes atmosféricos y cuanto más heladizo sea el material (absorción y porosidad).

Como consecuencia de la aparición de eflorescencias (figura 1) el ladrillo se produce la pérdida de aristas y la descomposición de superficies, disminuyendo su durabilidad y resistencia.



Figura 1. Lesiones químicas: eflorescencias.

Los mohos, líquenes y musgos, gramíneas y otras plantas suelen debilitar las fábricas de piedra ya que sus raíces se meten por los intersticios. También son perjudiciales para este tipo de fábrica los ataques químicos debidos a los excrementos de aves así como la formación de costras y patinas o su decementación.

4.2 Lesiones mecánicas

Las lesiones mecánicas son consecuencia del modo de trabajar de las fábricas, es decir, elementos unidos con mortero trabajando a compresión y manteniendo su unidad frente a las cargas externas gracias a la trabazón de su aparejo. Tanto las cargas verticales (pesos propios, cargas permanentes, sobrecarga de uso y nieve) como las horizontales (sobre todo las cargas sísmicas) pueden producir daños en las estructuras de fábrica. Las cargas verticales, debido a la poca

resistencia a tracci3n de las f3bricas, causan grietas verticales y 3stas, a su vez, pueden producir deformaciones laterales (desplomes) y desprendimientos de material. Estos daos pueden evolucionar lentamente a lo largo o r3pidamente. Las cargas horizontales, por su parte, suelen producir grietas diagonales o separaci3n entre elementos, debido a la poca resistencia a tracci3n de las piezas y del mortero.

Las lesiones mec3nicas son deformaciones (desplome, alabeo o pandeo), fisuras, grietas y derrumbamientos. Al deformar la f3brica va perdiendo su geometr3a inicial, hasta que superada su capacidad de deformaci3n rompe produci3ndose fisuras grietas o derrumbamientos.

Las causas principales de este tipo de lesiones son errores de proyecto (como la generaci3n de esfuerzos secundarios no previstos, incorrecto dimensionado, materiales de resistencia inferior), defectos de ejecuci3n, asientos diferenciales, inestabilidad, agotamiento del material, incompatibilidades de deformaci3n o de movimiento, concentraci3n de cargas, movimientos s3smicos, etc.

- Los movimientos del terreno constituyen una de las causas m3s frecuentes de fisuraci3n y agrietamiento de los muros de f3brica (figura 2). Las grietas suelen coincidir con la localizaci3n de secciones d3biles en la absorpci3n de las tensiones de tracci3n generadas por el movimiento, suelen ser inclinadas y perpendiculares a la direcci3n en la que se ha producido el descenso.

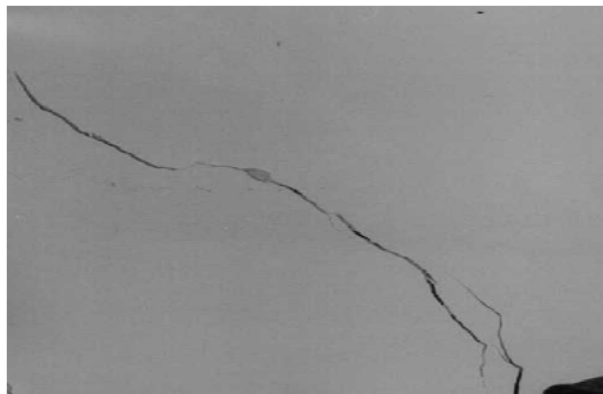


Figura 2. Grietas producidas por asientos diferenciales.

- Si el muro es esbelto y actúa una carga vertical excesiva, 3ste puede pandear. Este fen3meno se inicia por un abombamiento inicial seguido de la formaci3n de grietas y fisuras horizontales en el centro del elemento (en la parte convexa) pudiendo llegar al colapso o afectar la seguridad del muro. El pandeo puede producirse tambi3n cuando las cargas que comprimen el muro son horizontales y se sitúan dentro del plano del muro. En este caso las grietas ser3n verticales en la mitad de la longitud y en la cara convexa.
- Las lesiones por agotamiento de la tensi3n admisible a compresi3n frente a cargas verticales pueden afectar a la seguridad del edificio. Las fisuras y grietas son verticales y aparecen en las partes m3s cargadas, dividi3ndose progresivamente el muro en pequeas franjas verticales pr3ximas (figura 3).
- El apoyo puntual de elementos horizontales sobre el muro genera concentraciones de carga puntuales y, por tanto, tracciones locales que se

traducen en fisuras y grietas que parten verticalmente (figura 4) o inclinadas desde el punto de apoyo.



Figura 3: Grieta vertical por agotamiento a compresión



Figura 4: Grieta por cargas puntuales

- Cuando sobre el muro actúan acciones horizontales perpendiculares a su plano debido al viento, empujes de la cubierta, o incluso efectos de temperatura éste puede volcar o agrietarse. Las grietas pueden ser horizontales (coincidiendo con una hilada de la fábrica por debajo del elemento que empuja) o verticales en las esquinas al separarse el muro que se desploma de los perpendiculares rompiendo el aparejo (figura 5).



Figura 5: Grietas producidas por desplome del muro

- Las acciones horizontales también pueden producir el deslizamiento de una parte del muro a lo largo de un tendel, alabeos o bien un abombamiento de éste (figura 6), por un esfuerzo excesivo de corte.



Figura 6: Abombamiento parte central del muro y derrumbamiento parte superior

- Las dilataciones al calentarse el muro y las contracciones al enfriarse genera unas tensiones de tracción que podrían traducirse en fisuras o grietas e incluso abombamientos si las paredes son largas y no hay posibilidad de desplazamiento de sus extremos.
- Son habituales las lesiones por diferencias de cargas o de geometría en muros transversales, colindantes o en el propio muro. Cuando un mismo muro tiene espesores diferentes pero recibe la misma carga puede aparecer una grieta vertical entre ambos, con la consiguiente pérdida de continuidad. Algo parecido ocurre cuando dos muros colindantes unidos o dos tramos de un mismo muro están sometidos a una carga vertical diferente. También es frecuente la formación de esa grieta en la esquina entre dos muros cuando uno soporta carga y otro no (figura 7) o por la falta de una conexión adecuada entre tramos de un mismo muro o entre dos muros. (figura 8)



Figura 7: Grieta vertical entre dos muros sometidos a diferentes cargas verticales



Figura 8. Conexión inadecuada entre tramos de un mismo muro

- Cuando los dinteles son más deformables que el muro se forman unas grietas en la parte superior del mismo en forma de arco de descarga, saliendo desde las esquinas del hueco. Se producen también grietas similares debido a la falta de rigidez de las franjas de muro con huecos frente a las que no los tienen (figura 9).



Figura 9. Grietas sobre los huecos

- Las acciones sísmicas son causantes de grandes daños en las estructuras de fábrica. Se producen grietas en forma de cruz indicando el fallo por contante (figura 10). También se producen otros mecanismos de colapso, fuera y dentro del plano del muro dependiendo de las características geométricas del edificio, de su sistema estructural (disposición de los muros, forjado, monolitismo, etc.) y de su posición. Estos mecanismos generan diferentes patrones formados por grietas: inclinadas y verticales, así como derrumbamientos parciales o totales (figura 11).

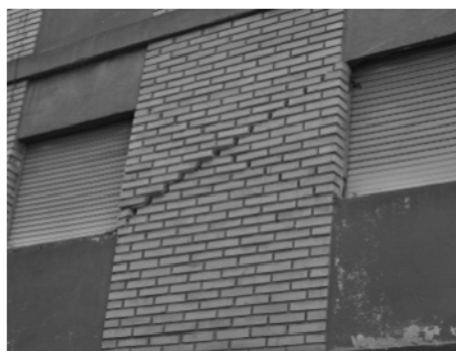


Figura 10. Grietas producidas por sismo (Lorca)



Figura 11. Lesiones producidas por acciones sísmicas (Lorca)

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto las lesiones que pueden producirse en las estructuras de fábrica diferenciando entre las lesiones físicas, químicas y mecánicas.

Para comprobar que has aprendido a distinguir los distintos tipos de lesiones te invito a que te fijes en la figura 12 y me digas qué tipo de acciones han causado las grietas. ¿Te parece que pueden haber sido causadas por acciones sísmicas¹?



Figura 12. Lesiones en muro de fábrica

¹ Este edificio está en Lorca y fue dañado en el terremoto de 2011. Se trata de un mecanismo de colapso fuera del plano, igual que en la foto de la izquierda de la figura 11

6 Bibliografía

6.1 Libros:

- [1] Basset-Salom L, Guardiola-Villora A. Seismic performance of masonry residential buildings in lorca's city centre, after the 11th may 2011 earthquake. Bulletin of Earthquake engineering ISSN 1570-761x, 2014, vol. 12, nº5, 2027-2048
- [2] Enciclopedia broto de patologías en la construcción. Patología de los elementos constructivos (III): cimentaciones. Ed. Broto y Comerma
- [3] Monjo Carrió J., Maldonado Ramos, L. Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas. Ed. Munilla-Lería, 2001
- [4] Prats i Ardid, J. Guía per a la diagnosi de patologies estructurals Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya ITEC 1993
- [5] Serrano Alcudia, F. Patología de la edificación. El lenguaje de las grietas. Fundación Escuela de la Edificación, 3ª edición, 2005
- [6] Tratado de rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales. II obras de fábrica. Máster de Restauración Arquitectónica UPM. Dep. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM, 2008. Ed. Munilla-Lería

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

- [1] Método RehabiMed. Arquitectura Tradicional Mediterránea II. Rehabilitación El edificio Parte 2. Herramienta 5. El conocimiento. Comprender las lesiones estructurales. Lesiones estructurales en los edificios de la arquitectura tradicional mediterránea César Díaz Gómez. Disponible en:

http://www.rehabimed.net/Publicacions/Metode_Rehabimed/II.Rehabilitacio_Le difici/ES/2ªParte_herramienta5.pdf

6.3 Figuras:

Autora de las figuras: Luisa Basset

- Figura 1. Lesiones químicas: eflorescencias.
Figura 2. Grietas producidas por asientos diferenciales.
Figura 3: Grieta vertical por agotamiento a compresión
Figura 4: Grieta por cargas puntuales
Figura 5: Grietas producidas por desplome del muro
Figura 6: Abombamiento parte central del muro y derrumbamiento parte superior
Figura 7: Grieta vertical entre dos muros sometidos a diferentes cargas verticales
Figura 8. Conexión inadecuada entre tramos de un mismo muro
Figura 9. Grietas sobre los huecos
Figura 10. Grietas producidas por sismo (Lorca)
Figura 11. Lesiones producidas por acciones sísmicas (Lorca)
Figura 12. Lesiones en muro de fábrica