

Sintomatología de fallos en la cimentación

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 enumeraremos y explicaremos la sintomatología producida por fallos en la cimentación. Es importante saber identificar los síntomas de estos fallos lo antes posible y diferenciarlos de aquellos que no tienen su origen en la cimentación, con el fin de hacer un diagnóstico acertado de sus causas y proyectar la intervención más adecuada sobre el terreno o la cimentación.

2 Introducción

Las cimentaciones son los elementos de la estructura que están en contacto con el terreno al que transmiten las cargas del edificio. Para garantizar un comportamiento adecuado la tensión transmitida al terreno no debe superar la tensión admisible del mismo y, además, los movimientos de la cimentación deben ser lo suficientemente pequeños para que no aparezcan fisuras visibles.

Cuando hay un fallo en la cimentación se suelen producir daños en el edificio que se manifiestan con la aparición de lesiones apreciables a simple vista. Por ello, detectados los síntomas y basándonos en el estudio cuidadoso, exhaustivo y metódico de las lesiones y de su disposición en los elementos constructivos, así como del terreno y también en la información del edificio y del entorno (en cuanto a posibles actuaciones constructivas o situaciones accidentales sobrevenidas), se determinará su origen, ya que los daños pueden no tener relación alguna con la cimentación y estar originados por fallos exclusivamente estructurales.

Posteriormente se elaborará el diagnóstico de las causas. Si se trata de problemas en la cimentación, la actuación incidirá en la reparación de los daños producidos por el fallo y en la eliminación de las causas del mismo. Toda la actuación se incluirá en un proyecto de reparación.

3 Objetivos

Una vez el alumno lea detenidamente este documento será capaz de:

- Identificar los síntomas de los fallos en las cimentaciones.
- Identificar el tipo de lesiones secundarias producidas por los asientos.

4 Síntomas de fallos en la cimentación

La primera lesión que se produce en un edificio debido a un fallo de la cimentación es un asiento. Pero éstos no se detectan de forma directa, ya que los cimientos no están a la vista. Sin embargo, los asientos excesivos y no previstos de la cimentación causan otras lesiones secundarias (grietas y fisuras, giros, desplomes, desniveles y flechas) que permiten localizarlos e identificarlos de manera indirecta. Estas lesiones secundarias son los primeros síntomas que permiten detectar algún fallo o problema en la cimentación.

Además de los asientos pueden producirse levantamientos en edificios de poco peso debidas a subpresiones del terreno o también desplazamientos (movimientos

horizontales) del edificio cuando la cimentación está en terreno inestable o cuando hay problemas geotécnicos a gran escala.
En este artículo nos centraremos en los asientos y en las lesiones secundarias que éstos provocan.

4.1 Asientos

Los asientos son movimientos verticales de descenso del plano de apoyo de la cimentación por la consolidación bajo carga del suelo que tiene debajo. Pueden ser asientos uniformes (o totales) y asientos diferenciales.

Los asientos se llaman uniformes (o totales) cuando su magnitud es la misma o muy uniforme en todos los puntos de la cimentación del edificio. Si la capa compresible del suelo tiene espesor constante y la construcción no es más pesada en un extremo que en otro (el centro de gravedad de las cargas está cerca del de los cimientos), el edificio asentará uniformemente sin perder su verticalidad.

Estos asientos no suelen producir lesiones en los elementos constructivos ya que el edificio se desplaza en conjunto, sin embargo, pueden constituir un grave problema si su magnitud es excesiva (por ejemplo en la ciudad de Méjico algunos edificios han asentado más de 3m).

Los asientos se llaman diferenciales cuando su magnitud en los cimientos de un mismo edificio es diferente (figura 1).

Si hay asientos diferenciales, los movimientos relativos de unas partes del edificio respecto de otras pueden producir graves lesiones en elementos constructivos o estructurales ya que, al quedar parte de los cimientos sin el apoyo suficiente, el edificio se deforma acoplándose a la nueva forma de sustentación.

La estructura no suele tolerar esta deformación produciéndose grietas y fisuras, desplomes, giros y deformaciones excesivas.

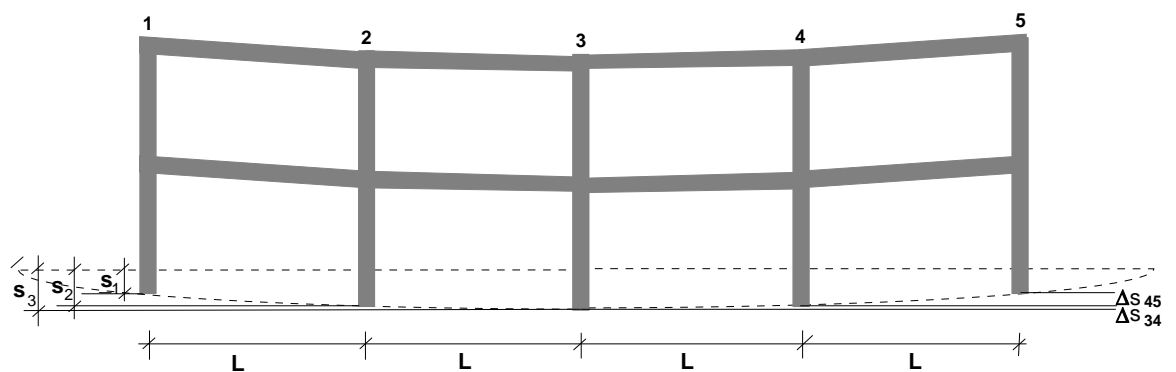


Figura 1.- Estructura con asientos diferenciales.

4.2 Grietas y fisuras

Las grietas y fisuras suelen ser los primeros síntomas de que se han producido asientos diferenciales excesivos en la cimentación.

Las estructuras, la tabiquería y los cerramientos tienen una deformabilidad que permite un cierto grado de distorsión sin que se alcancen los límites de resistencia de los materiales que las forman. Cuando los esfuerzos provocados por los asientos diferenciales, sumados a los propios de la estructura, agotan, en algún punto, la resistencia a tracción, a compresión o a esfuerzo cortante de los materiales o las fábricas, éstas se fisuran o agrietan.

Las grietas o fisuras tienen una sintomatología típica y responden a patrones identificables dependiendo del tipo de elemento, del material, de su ubicación en el edificio, de su dirección y de su forma.

El análisis de la situación, forma y evolución de las grietas y fisuras ayuda a comprender los movimientos de la estructura y a diagnosticar las causas que han originado el fallo de la cimentación.

4.2.1 Grietas en muros de fábrica

Las grietas en muros de fábrica o de hormigón en masa suelen producirse cuando se agota su resistencia a tracción, distribuyéndose en forma de arco de descarga (perpendicularmente a los esfuerzos de tracción), partiendo de los puntos débiles de los muros (esquinas de los huecos próximos a la zona del asiento) y propagándose desde el punto donde se ha producido el asiento con forma concéntrica.

El estudio y análisis de su disposición y magnitud permite deducir cómo se distribuyen las tensiones en los elementos constructivos afectados y cómo se deforman así como localizar el punto o puntos de la cimentación que se están desplazando o asentando.

Si se produce un asiento en la zona central de un muro de cierta longitud, ésta se queda parcialmente descolgada, haciendo que el muro trabaje como una gran viga que, por no admitir prácticamente las tracciones, rompe por donde éstas superan el límite admisible para las fábricas. Si la fábrica no tiene huecos y es de buena calidad suele romper formando un arco parabólico de descarga. Cuando esa misma fábrica tiene huecos, las grietas suelen situarse formando ese mismo tipo de curva pero partiendo de las esquinas opuestas de los huecos (figura 2 y figura 3). Cuando la calidad de la fábrica no es buena se producen grietas verticales por deslizamiento.



Figura 2.- Grietas en fachada por asientos en zona central

Si los asientos son mayores en los extremos que en el centro, las tracciones se dirigen hacia éstos, produciéndose las grietas en dirección perpendicular a dichas tracciones. Este mismo tipo de grieta ocurre

cuando, por fenómenos de expansividad, se producen hinchamientos mayores en el centro que en los extremos. Las grietas suelen partir también de las esquinas de los huecos.

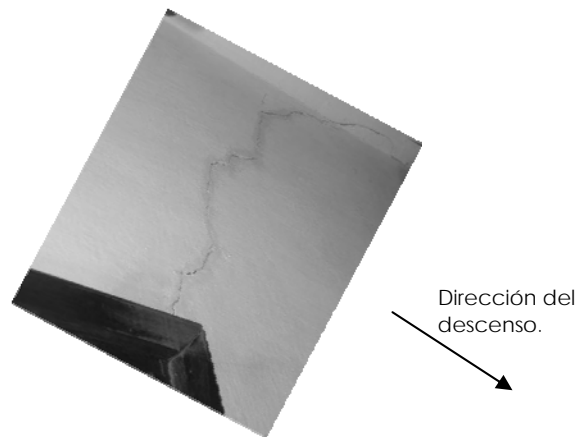


Figura 3.- Grietas en esquina superior ventana

En ocasiones el asiento se produce sólo en una esquina, afectando a las dos fachadas o también puede producirse en un testero. La dirección de las grietas es similar a los casos descritos anteriormente aunque, si los muros de los testeros no están bien trabados con las fachadas puede producirse una grieta vertical llegando incluso al desprendimiento y desplome del muro.

Cuando el muro pertenece a un edificio de poca altura, la rotura suele producirse en la parte inferior (figura 4). Se genera una tensión de tracción máxima a 45° debido al esfuerzo cortante vertical. En la parte alta del muro aparece una grieta vertical por las tracciones horizontales que genera la flexión del muro en su plano mientras que en la parte baja del muro suele aparecer una grieta horizontal en la esquina en la que se ha producido el asiento (al quedar la parte inferior del muro colgando).



Figura 4.- Grietas en esquina inferior ventana

4.2.2 Grietas por asientos en estructuras de pórticos

Las estructuras de pórticos son, comparativamente, mucho más flexibles y resistentes que la fábrica por eso, cuando se producen asientos, suelen agrietarse antes los cerramientos y los tabiques. Cuando se producen las primeras fisuras en los pórticos los cerramientos y tabiques suelen estar ya muy agrietados.

El asiento diferencial de una zapata en un pórtico de hormigón armado (formado habitualmente por nudos rígidos) produce esfuerzos no previstos que repercuten, por su continuidad, en toda la estructura, aunque sólo se aprecian sus consecuencias en forma de fisuras en las secciones de elementos no preparadas para soportar este aumento de tensiones.

La interpretación de la fisuración en la estructura es más difícil que la de agrietamientos en tabiques, ya que depende mucho de la magnitud y distribución de los esfuerzos de servicio y de las armaduras de que disponga cada sección. Las fisuras se producirán habitualmente cuando las tracciones adicionales superen a las toleradas por las armaduras (o se produzca el deslizamiento de las mismas por adherencia insuficiente), aunque también pueden aparecer grietas de aplastamiento del hormigón en la zona comprimida de la viga. En los soportes puede producirse rotura frágil por pandeo o por un cortante excesivo.

Cuando la estructura es de madera, especialmente en edificios antiguos en los que las uniones entre vigas y soportes no suelen ser rígidas, los asientos de la cimentación no modifican las sollicitaciones originales de la estructura que se acomoda a este descenso, aunque con la consiguiente inclinación de los forjados. Las grietas se producirán principalmente en tabiques y cerramientos.

4.2.3 Grietas en la tabiquería

Los tabiques, al ser los elementos más frágiles son los que primero se agrietarán. Cuando se produce el asiento de un pilar y, por tanto, la deformación de los elementos del pórtico, se agrietarán los tabiques que estén situados en su plano cuando no sean capaces de tolerar la deformación de éste. Estas grietas tienen, en general, la misma disposición y apariencia en arco de descarga que las que se producen en las estructuras de muros de fábrica, es decir, con dirección perpendicular a las tracciones máximas (ver apartado 4.2.1), siguiendo la línea de las isostáticas de compresión.

Además, lo más característico de las grietas originadas por asientos diferenciales es que su paralelismo se extiende a varios vanos y que el efecto se nota más en las plantas más bajas y en las proximidades del asiento, disminuyendo los efectos con la altura. Como habitualmente la planta baja no suele tener tantos cerramientos como la planta primera y las superiores, especialmente en edificios de viviendas, los efectos de los asientos se suelen manifestarse en las tabiquerías a partir de la planta primera. Sin embargo, si en la planta más baja hubiera la misma cantidad de cerramientos y tabiquería, los efectos serían mayores.

En las figuras 5 y 6 se muestran dos ejemplos de los efectos en la tabiquería causados por asientos cóncavos y convexos, respectivamente, en una estructura de pórticos de dos plantas. En ambos casos, las columnas deforman poco, permaneciendo casi rectas y las vigas, aunque deforman, conservan casi la horizontalidad en sus extremos (nudo rígido, conserva ángulo). El efecto es una distorsión del rectángulo formado por pilares y vigas, generando tensiones tangenciales en todo el perímetro del tabique.

La fábrica que ocupa ese rectángulo (cerramiento de fachada o tabiquería interior) sufrirá aplastamiento, despegue y agrietamiento tal y como se indica en el dibujo. En la diagonal que se alarga, se genera un

esfuerzo de tracción y en la que se acorta, uno de compresión, por eso el agrietamiento (indicativo de que la resistencia de la fábrica no es suficiente para soportar la tensión de tracción) sigue la línea de la diagonal que se acorta, perpendicular al esfuerzo de tracción que no puede absorber.

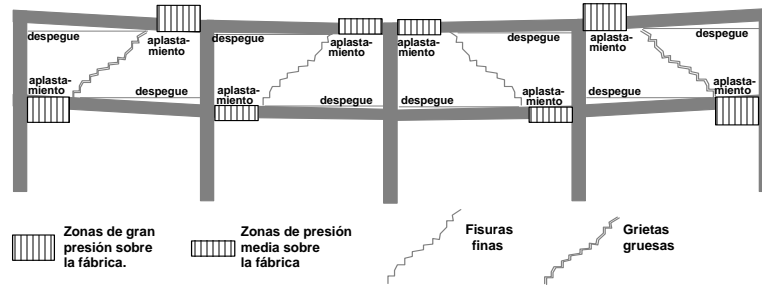


Figura 4.- Fisuración, aplastamiento y despegue de las fábricas por asientos cóncavos
Figura 5.- Fisuración, aplastamiento y despegue por asientos cóncavos

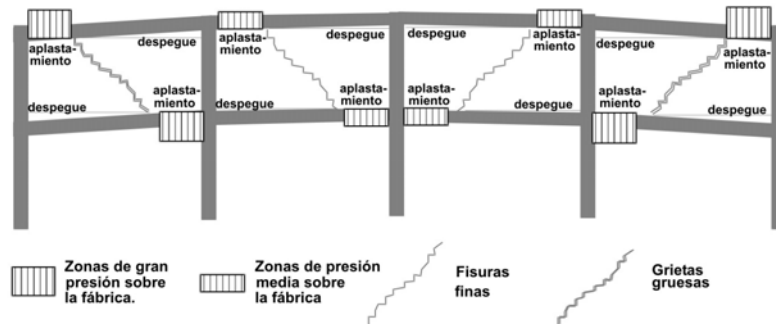


Figura 6.- Fisuración, aplastamiento y despegue por asientos convexos

Debido a la heterogeneidad de la fábrica, la grieta no sigue una línea recta sino que está formada por pequeñas grietas horizontales y verticales que van siguiendo los puntos más débiles que son precisamente las juntas entre los ladrillos. Cuando hay huecos, las grietas salen de las esquinas opuestas de los mismos ya que, en esos puntos, se producen las tensiones máximas.

Cuando las tensiones tangenciales en el perímetro del tabique crecen puede producirse el agotamiento a cortante, tanto en el contacto pilar-tabique como en el contacto viga-tabique. Esto genera un deslizamiento y, por tanto, la aparición de fisuras a lo largo de la unión entre ambos elementos, pudiendo, incluso, llegar al despegue (figura7).



Figura 7.- Despegue entre viga y tabique

4.3 Giros y desplomes

Los giros o desplomes suelen estar directamente asociados a un fallo de cimentación, pudiendo afectar a elementos constructivos concretos de un edificio o a todo el edificio en conjunto. Aunque no suelen ser los primeros síntomas, sí son los síntomas más evidentes de problemas de asiento en un edificio ya que, cuando aparecen, nos advierten de la gravedad del fallo de la cimentación.

En ocasiones, la deformabilidad del suelo y la rigidez y monolitismo del edificio producen un giro uniforme de todo el edificio. Este giro, igual que los asientos uniformes, puede no causar daños apreciables en los elementos constructivos, ya que no sufren desplazamientos relativos entre ellos, pero puede afectar gravemente a la estabilidad del edificio, especialmente cuando se trata de edificios altos y esbeltos o torres.

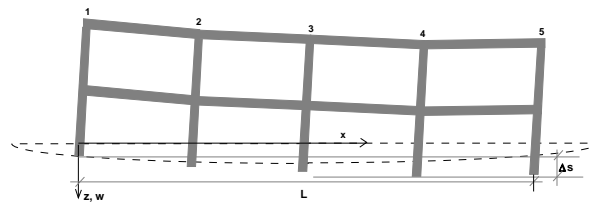


Figura 9.- Estructura con asientos y giro

Figura 8.- Estructura con asiento y giro alrededor pilar 1

La figura 8 representa el mismo ejemplo visto anteriormente en la figura 5 pero con un giro de conjunto respecto del pilar 1. Se aprecia claramente como los valores de los asientos han aumentado por el giro, pero al ser un giro del conjunto del edificio no se han alterado las deformaciones de la estructura, salvo el efecto del descentramiento de las cargas verticales que no tiene importancia en edificios bajos pero sí puede tenerla en edificios altos o en torres, tal y como se ha comentado.

En ellos este giro contribuye a que la excentricidad del centro de gravedad, si la hay, aumente y, si no la hay, que se produzca, al descentrarse la verticalidad. A causa de ello, aumentan las cargas en la cimentación del lado en que se ha producido ya el asiento diferencial, aumentando éste cada vez más. Si el proceso no se estabiliza puede producirse el vuelco del edificio. Algunos ejemplos muy conocidos son el de la torre de Pisa, y el del silo de Winnipeg (Canadá). Si no los conoces te recomiendo que busques información sobre ambos.

4.4 Desniveles y flechas

Los asientos diferenciales provocan, a veces, desniveles y flechas apreciables en los forjados, dinteles o vigas, aunque pueden también producirse por otras causas. En cualquier caso, este tipo de lesión va precedida siempre por el agrietamiento de tabiques u otros elementos constructivos que nos alertarán de un posible fallo de la cimentación.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje hemos visto los síntomas de los fallos de la cimentación así como las lesiones secundarias que producen los asientos diferenciales.

Teniendo en cuenta lo que has aprendido, ¿te parece que las grietas de la figura 9 están producidas por un asiento diferencial? ¿En qué dirección se ha producido el asiento? (Respuesta: lo más probable es que estas grietas se deban a un asiento. El descenso se ha producido en la dirección perpendicular a la grieta)



Figura 9.- Grietas en fachada vistas desde el interior

6 Bibliografía

6.1 Libros:

- [1] "Enciclopedia Broto de patologías en la construcción. Patología de los elementos constructivos (III): cimentaciones. Ed. Broto y Comerma, 2005.
- [2] Monjo, J., Maldonado, L.: "Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas". Ed. Munilla-Lería, 2001
- [3] Serrano, F.: "Patología de la edificación el lenguaje de las grietas". Fundación Escuela de la Edificación, 3ª edición, 2005
- [4] Tratado de rehabilitación. Tomo 3. Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales. I. Recalces, apeos y demoliciones. 1. Patología de cimentaciones García López M., Máster de Restauración Arquitectónica UPM. Dep. Construcción y Tecnología Arquitectónicas. ETSAM, Ed. Munilla-Lería, 2008.

6.2 Referencias de fuentes electrónicas:

- [1] Uriel Ortiz, Ángel. Patología de las cimentaciones. Informes de la construcción nº 350. Instituto Eduardo Torroja.
Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>

6.3 Figuras:

Figura 1.- Estructura con asientos diferenciales. Autor: Manuel Rechea

Figura 2.- Grietas en fachada por asientos en zona central. Autora: Luisa Basset

Figura 3.- Grietas en esquina superior ventana. Autora: Luisa Basset

Figura 4.- Grietas en esquina inferior ventana. Autora: Luisa Basset

Figura 5.- Fisuración, aplastamiento y despegue por asientos cóncavos. Autor:
Manuel Rechea

Figura 6.- Fisuración, aplastamiento y despegue por asientos convexos. Autor:
Manuel Rechea

Figura 7.- Despegue entre viga y tabique. Autora: Luisa Basset

Figura 8.- Estructura con asiento y giro alrededor pilar 1. Autor: Manuel Rechea

Figura 9.- Grietas en fachada vistas desde el interior. Autora: Luisa Basset