

## 1.- GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN

Para terminar con los daños que aparecen en los elementos no estructurales, consideraremos en la presente ficha de manera general las otras deformaciones *extrínsecas* V(ya hemos visto los esfuerzos por acción de las cargas), como son los esfuerzos indirectos causados por otras acciones externas tales como:

- asientos diferenciales o empujes del terreno
- dilataciones térmicas
- fluencia

De esta forma completaremos la monografía en cuanto a esfuerzos externos a los que están sometidos los elementos estructurales y, por ende, los vinculados a ellos.

No vamos a tratar aquí las deformaciones *intrínsecas* o aquellas que se producen por movimientos en el interior del material, como la retracción plástica -fisuras de afogado-, asentamiento plástico o retracción hidráulica del hormigón.

## 2.- DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

El asiento diferencial o los empujes del terreno, puede provocar una redistribución de esfuerzos y modificar la forma de trabajo de los elementos afectados.

Cuando se produce un **asiento**, al descender un pilar éste arrastra al tabique, el pilar que menos asienta trata de impedir el descenso del mismo y de esta forma se crea un momento por lo que aparecen esfuerzos tangenciales en la parte superior e inferior del tabique para equilibrarle. Se generan en el tabique esfuerzos de tracción y compresión a **45°**, de ahí que las grietas tengan esa inclinación. Ya que el tabique está formado por ladrillos y juntas de mortero de resistencia inferior, las fisuras quedarían en forma de escalera al partir por la junta.

En el encuentro entre tabique con viga, por **asiento diferencial** de la cimentación podrían aparecer **fisuras cortas y a 45°**, pues la resistencia a cortante entre ambos no es suficiente para absorber las tensiones tangenciales que se generan por dicho asiento. A medida que el asiento aumenta los esfuerzos tangenciales también lo hacen por lo que se produce un deslizamiento entre tabique y viga, apareciendo dichas fisuras.

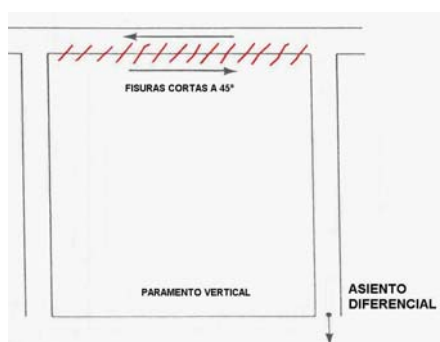


Fig. 1.- Fisuras cortas 45° en tabique.

En otros casos, podría aparecer una **única grieta en el techo**, marcando el límite inferior de la viga, con algún ramal inclinado. También pueden aparecer este tipo de grietas en posición **vertical** en los encuentros de tabiques y pilares o en el encuentro entre tabiques perpendiculares.

Por **elevación** de una o dos zapatas se pueden producir **grietas inclinadas** en los cerramientos que se alejan de forma ascendente desde la/s zapata/s que se ha/n elevado.

Por el **asiento** de una o dos zapatas podemos encontrarnos grietas inclinadas en los cerramientos que se alejan de forma descendente desde la/las zapata/s que ha/n asentado.

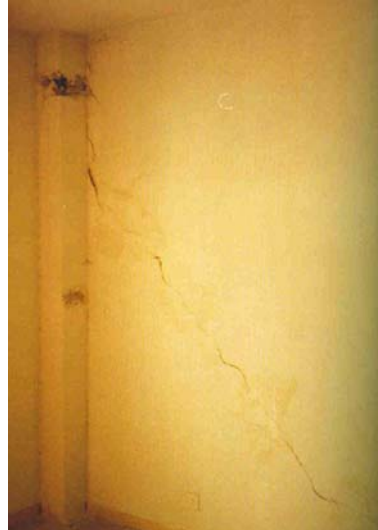


Fig. 2.- Fisura inclinada 45° por asiento.

Por el **asiento** y **giro** de una esquina de una cimentación pueden aparecer **grietas** abiertas en distintos planos del muro de fábrica.

El **asiento** de un cimiento puede provocar en los muros **grietas a 45°** más abiertas por la parte superior que se van cerrando a medida que se aleja de la zona de mayor asiento.

El **giro** de un cimiento provocaría fisuras abiertas en la parte alta del muro que se iría cerrando a medida que desciende. También podrían aparecer **fisuras horizontales** en la fachada y **verticales** en la unión del tabique con la misma al separarse de ella. Estos daños aparecen también cuando el cerramiento es pasante y se apoya directamente en el zuncho de la cimentación, debido al pandeo que sufre la fábrica por la acumulación de cargas, que hace que se desconecte de la viga de cada forjado.

En caso de aumentar la presión de trabajo del terreno en un extremo de la fachada podrían aparecer **fisuras abiertas a 45°** que se cierran a medida que descienden.

La temperatura ambiente provoca en los edificios movimientos de dilatación y contracción, pudiendo llegar a producirse daños importantes, si no se prevén los mismos. Se han de adoptar medidas para asumir los empujes por las dilataciones térmicas.

En la ficha de patología nº 27 “El factor térmico como origen de daños en la edificación” ya hicimos referencia a este tema, mostrando algunos casos de daños en cerramientos de fábrica de ladrillo.

Las **fisuras verticales** en los encuentros fábrica-pilar de esquina son muy frecuentes, al producirse la dilatación de la estructura, que los aplacados sobre el pilar no pueden asumir, por lo que parte por la zona más débil.

En **soleras o pavimentos** de grandes dimensiones sin juntas, al aumentar de tamaño debido a la dilatación térmica, éstos sobresalen del forjado apareciendo también una **fisura horizontal**.

En el caso de las **solerías de cubiertas planas** podemos encontrarnos con petos salientes y en consecuencia, fisuras cerradas en la línea de forjado, al ser empujados al exterior por dilatación de la solería y el relleno, que se colocan a tope con el peto.



Fig. 3.- Fisura por empuje de la cubierta al peto, donde puede verse el desplazamiento de la parte superior.

Al ejecutar una cubierta sobre un forjado y no dejar huecos de ventilación o no ser suficientes, debido a las altas temperaturas que puede llegar a alcanzarse en el interior pueden aparecer **fisuras** en distintos planos que siguen el contorno de los distintos elementos constructivos, al dilatarse el forjado. Pueden aparecer también fisuras en falsos techos, en caso de disponer de cubiertas de fibrocemento, al calentarse éstas.

La fluencia origina un aumento de la deformación en el tiempo en el hormigón que está sometido a una tensión constante. En el concepto de fluencia podemos englobar, a grandes rasgos, todas las deformaciones diferidas, elásticas y plásticas, que dependen de la tensión, pudiendo considerar su deformación como proporcional a la deformación elástica instantánea.

Las deformaciones por fluencia vertical debido al acortamiento del hormigón se representan mediante **fisuras** generalmente **verticales**, de escasa abertura, y que se localizan en el plano superior del elemento. Estas fisuras sólo se producen en edificios de gran altura que es donde se producen las deformaciones diferenciales de fluencia. En las plantas más altas se producen las fisuras de mayor magnitud disminuyendo a medida que descendemos a plantas inferiores.

### **3.- ORIGEN DE LOS DAÑOS**

- **Daños en la cimentación** tales como asentamientos o giros de las zapatas y empujes del terreno que producen una redistribución de esfuerzos o hacen trabajar a otros elementos constructivos en condiciones diferentes a las consideradas en el cálculo y para las cuales han sido diseñados:

- Realizar la cimentación en **terrenos expansivos** en estado seco, produciéndose posteriormente el hinchamiento del mismo y no habiéndose adoptado medidas para prevenir estos efectos (aceras perimetrales, saneamientos colgados...)
- **Presión excesiva** o reblandecimiento sobre el terreno, rotura en las redes, desecación del terreno, falta de apoyo del cimiento por una corriente de agua.

- **Pérdida de apoyo de cimentación**, desecación del terreno, cimentación muy superficial afectada por los cambios climáticos.
- Por un **asiento de mayor magnitud** en una cimentación, una excavación más profunda en un solar medianero o la excavación de zanjas profundas para instalaciones.
- Construir sobre **mejoras del terreno** mal ejecutados y controlados.
- Disminución de la **capacidad portante** del terreno.
- **Asientos** del terreno por consolidación.
- En las **azoteas** se suelen producir los daños anteriores por colocar a tope la solería y el relleno con el peto de las mismas. Al estar sometidas a los cambios de temperatura (zonas calurosas o sometidas a una prolongada exposición solar, por lo que también puede pasar en las terrazas) los petos son empujados al exterior.
- En los **cerramientos**, al no asumir los movimientos de la estructura, por no disponer de juntas de dilatación, la ausencia de elementos de apoyos deslizantes en elementos de grandes luces, etc.

#### **4.- PREVENCIÓN DE DAÑOS**

Es esencial la realización de un estudio geotécnico completo previo a la realización del proyecto que nos dé a conocer las características geológicas y geotécnicas del terreno de apoyo y que nos permita realizar un diseño y cálculo de la cimentación adecuados.

También durante la etapa de proyecto se ha de tener presente entre los distintos condicionantes que intervienen en el diseño constructivo de cada elemento, los factores ambientales, considerando:

- ubicación geográfica del edificio, temperaturas máximas y mínimas estimadas anuales, si existen diferencias muy acusadas de temperatura entre el día y la noche
- emplazamiento o situación del edificio teniendo en cuenta el entorno, si es un edificio aislado o los edificios contiguos pueden protegerle del soleamiento
- orientación, según la cual habrá fachadas más o menos expuestas al soleamiento
- situación del elemento dentro del propio edificio, ya que los elementos de cubierta estarán expuestos a temperaturas elevadas
- tipo de material, el acero acusa más los cambios de temperatura que el hormigón

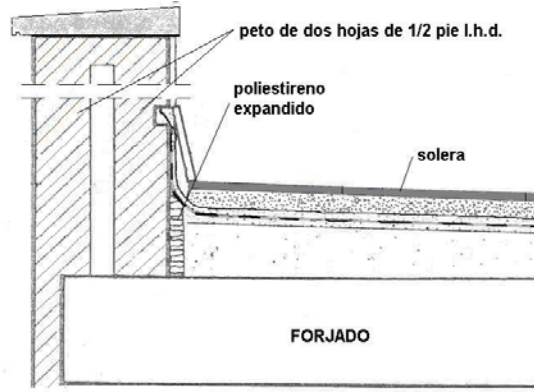
Tanto en los cerramientos como en la estructura, se realizará el estudio y diseño de las juntas de dilatación necesarias considerando las distancias adecuadas (ver ficha de patología nº 27).

Se debe desolidarizar el cerramiento y la estructura, especialmente si esta es de acero, evitando el contacto directo mediante la colocación de elementos separadores (por ejemplo, colocación de plásticos en la cara del pilar de hormigón que está en contacto con el cerramiento), pero teniendo en cuenta que se ha de garantizar la estabilidad de la fábrica, por lo que han de quedar atadas.

Otra posible solución sería la de pasar medio pie de fábrica de ladrillo por delante del pilar introduciendo un redondo de diámetro 6 mm cada 4 ó 5 hiladas y colocar una lámina de porexpan entre cerramiento y pilar.

Para evitar los empujes de los elementos que conforman la azotea en los petos de la misma se introduce una junta de poliestireno expandido en todo el contorno de la misma

(espesor > 3 cm) de manera que absorba los movimientos y/o ejecutar los petos de azotea con dos hojas de medio pie con cámara intermedia.



**Fig. 4.- Solución para evitar empujes de la azotea en el peto.**

En el fenómeno de fluencia ha de tenerse en cuenta para su valoración los diversos factores que influyen en el mismo: el grado de humedad ambiente, el espesor o menor dimensión de la pieza, la composición del hormigón, la edad del hormigón en el momento de su entrada en carga y el tiempo transcurrido desde ese momento (duración del fenómeno).

Es muy importante, en el caso de apoyo de la cimentación sobre relleno, en la fase de ejecución, realizar un control adecuado del mismo, prestando especial atención al material de aporte, la extensión y compactación de las tongadas y realizando los ensayos pertinentes de placa de carga y de densidad y humedad in situ, por tongada.

## **5.- REPARACIÓN DE DAÑOS**

Las actuaciones a llevar a cabo por fallos en el terreno de apoyo de las cimentaciones suelen ser complejas y de elevado coste, siendo principalmente recalces mediante batches, micropilotes o zunchados horizontales y refuerzos en la estructura.

En los casos de los cerramientos de fábrica de ladrillo afectados por los movimientos por dilatación térmica de la estructura se suelen realizar los apeos oportunos, retirar las piezas dañadas para su sustitución y anclar angulares a lo largo de la viga o por zonas, o placas de acero sujetas a la viga mediante conectores o spirrots con resina epoxi, para que apoye el cerramiento, realizando la reparación desde las plantas superiores a las inferiores.

### **Bibliografía:**

- “Hormigón armado”. Montoya-Meseguer-Morán.
- “Diagnosís y causas en patología de la edificación”. Manuel Muñoz Hidalgo.
- “Prevención y soluciones en patología estructural de la edificación”. Manuel Muñoz Hidalgo.
- “Patología de la edificación. El lenguaje de las grietas”. Francisco Serrano Alcudia.
- Artículo revista BIA “El lenguaje de las fisuras”. Ismael Sirvent Casanova.