

## PROCESOS PATOLÓGICOS FRECUENTES EN EDIFICACIÓN. CASOS DE ESTUDIO

**Piñeiro Martínez de Lecea, R.(1)\*, Gutiérrez Jiménez, J.P.(1), Asenjo Monjín, V.(1)**

(1) Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IETcc-CSIC). Madrid. España.

### 1. INTRODUCCIÓN

Las reclamaciones presentadas por usuarios o propietarios relacionadas con daños o defectos en edificación son cada día más habituales. Al aumentar el nivel de desarrollo de las sociedades, aumentan las exigencias sobre requisitos, por lo que cada día son más frecuentes las solicitudes para la realización de informes técnicos y dictámenes periciales relacionados con dichos defectos.

La práctica totalidad de los estudios realizados en el sector de la edificación coinciden en señalar que las lesiones se originan fundamentalmente en las etapas de proyecto y de ejecución. De ahí la importancia que tiene el estudio de los aspectos técnicos y constructivos para que se adopten las medidas preventivas.

A continuación se presentan varios ejemplos de edificios que ilustran algunos de los procesos patológicos más frecuentes en la edificación en nuestros días. La experiencia acumulada en los últimos años hace que el estudio se centre en temas relacionados con las humedades, el fallo total o parcial de cubiertas, la deformación de forjados y su influencia en la aparición de fisuras en tabiquerías y cerramientos, los problemas que afectan a la ejecución de estructuras prefabricadas, y los cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo cerámico.

### 2. HUMEDADES

Dentro de los procesos patológicos que pueden afectar a un edificio, un apartado importante es el relacionado con las “humedades”, entendidas éstas como la existencia no deseada en los materiales o en los elementos constructivos de un contenido de agua superior al correspondiente al de equilibrio hídrico con su entorno.

Los materiales tienden a establecer de forma natural el equilibrio hídrico con el ambiente o los materiales que les rodea. Este equilibrio se alcanza mediante los mecanismos de intercambio (captación o cesión) de agua:

Relacionados con el agua líquida: Succión, absorción.

Relacionados con el vapor de agua: Adsorción, difusión o evaporación.

Las humedades no sólo inciden en las condiciones de salubridad y confort de los edificios, sino que pueden llegar a afectar a las condiciones de servicio. Por otra parte, el agua interviene en muchos otros procesos patológicos que pueden afectar a la durabilidad de los materiales y, por extensión, de las estructuras y elementos constructivos (corrosión, disgregación, pudrición, etc).

El origen del aporte de agua permite establecer una clasificación de los tipos de humedades que se presentan:

- Humedades de obra, aportada por los materiales de cantera o durante la ejecución de los elementos constructivos.
- Humedades de filtración de agua de lluvia, por grietas, juntas, escorrentía superficial, capilaridad del agua superficial del terreno, etc.

- Humedades de origen freático natural, por filtraciones en sótanos, capilaridad, etc.
- Humedades procedentes de roturas de redes de abastecimiento, evacuación, depósitos o piscinas.
- Humedades por aportaciones en forma de vapor, por aportaciones de aparatos o del hombre.

Las humedades pueden aparecer por problemas en las diferentes fases del proceso constructivo:

#### **Etapa de proyecto:**

- Adopción de soluciones inadecuadas, no adaptada a las necesidades del edificio o las condiciones del entorno.
- Falta de definición del proyecto, de sus materiales y/o ausencia de detalles de unión, del trazado de instalaciones y canalizaciones, etc.
- Incompatibilidades entre materiales o con el ambiente al que quedarán expuestos.
- Descoordinación entre unidades de obra, que obligará a soluciones improvisadas durante la ejecución.
- Falta de consideración del mantenimiento.

#### **Etapa de ejecución:**

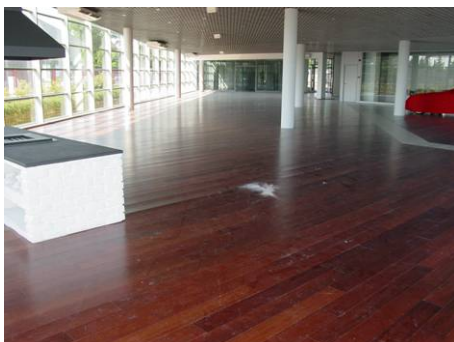
- Falta de cualificación del personal.
- Errores de replanteo.
- Incumplimientos de la normativa o las condiciones de puesta en obra.
- Modificaciones de proyecto.
- Cambios en los materiales.

#### **Etapa de uso y mantenimiento:**

- Ausencia de mantenimiento (de las instalaciones de evacuación, sustitución de materiales al final de su vida útil).
- Acciones indebidas sobre los materiales y elementos constructivos (impactos, interrupción de redes de evacuación, etc).
- Cambios de uso (modificación de cargas, aportes de vapor no contemplados, modificaciones en el trazado de redes).

Como ejemplo se presenta el estudio de un local comercial, fotografías 1 y 2, cuyo pavimento, realizado con tablas de madera maciza, presentaba problemas de alabeo apreciable a simple vista. Se analizó el contenido de humedad de la madera del pavimento y de tablas sobrantes, comprobándose que la madera instalada presentaba valores muy superiores a la madera no instalada.

Una fase del estudio consistió en determinar el origen de la humedad del pavimento. Se identificó un alto contenido de humedad en las capas soporte (capa de mortero y cama de arena) mediante mediciones del *Porcentaje de Humedad de Equilibrio (PHE)* en 12 puntos repartidos por toda la planta baja y la determinación en laboratorio del contenido de humedad de la arena y del mortero.



**Fotografía 1:** Vista del local



**Fotografía 2:** Fachada

La medición del *PHE* puso de manifiesto variaciones en el contenido de humedad entre diferentes zonas del local. Las zonas con mayor contenido de humedad están próximas a las fachadas y en particular junto a la jardinera situada en el porche de acceso.

Otra fase del estudio consistió en determinar la realidad construida de los diversos sistemas constructivos y puntos singulares con posible incidencia en las filtraciones de agua. El sistema de impermeabilización contemplado en proyecto era un sistema monocapa no adherido mediante láminas de PVC, pero durante la ejecución de la obra se ejecutó además una impermeabilización de sacrificio mediante lámina asfáltica adherida al forjado de planta baja.

Las calas realizadas identificaron diversos focos de aporte de agua a las capas soporte del pavimento del local:

- Filtraciones en la membrana impermeabilizante de la cubierta de la zona exterior de planta baja. Se localizaron roturas en la membrana impermeabilizante, fundamentalmente en la jardinera situada bajo el porche aunque también en otras jardineras. En la Fotografía 3 se aprecia que las roturas parecen haber sido realizadas con un filo cortante y que perforaban la capa de mortero de protección y la lámina impermeabilizante.

El agua filtrada quedaba retenida entre la propia membrana y la membrana asfáltica instalada como membrana de sacrificio y migraría hacia zonas de evaporación. Al encontrarse las capas soporte del pavimento interior del edificio y el hormigón de formación de pendientes del exterior en continuidad, la migración alcanzaría las capas soporte del pavimento interior.



**Fotografía 3:** Membrana de la jardinera



**Fotografía 4:** Encuentro fachada-pavimento exterior

Además, la existencia de la impermeabilización de sacrificio en la cubierta del sótano enmascaró la existencia de las filtraciones. Este hecho permitió que el aporte de agua se dilatase en el tiempo y que el caudal acumulado fuese mayor.

- También se identificó otro aporte de agua a través de los montantes de la carpintería de fachada. La carpintería dispone de un sistema de ventilación y drenaje del agua de escorrentía y condensación a través de los travesaños y de los montantes. El agua evacuada debe ser expulsada por encima de la impermeabilización de la cubierta exterior.

Las calas pusieron de manifiesto que los montantes se habían ejecutado continuos hasta el forjado de planta, quedando la impermeabilización de la zona exterior del forjado por delante de los mismos (Fotografía 4). Con esta solución constructiva, el agua evacuada por los montantes pasaba directamente a la base del pavimento del local.

- Otro punto conflictivo era el encuentro del muro cortina con el pavimento exterior. El primer travesaño de la carpintería de fachada quedaba prácticamente enrasado con el pavimento exterior, lo que impedía ejecutar el remate de la membrana impermeabilizante de la cubierta del sótano por encima del nivel del pavimento, de forma que garantizase la estanquidad de ese encuentro (Fotografía 4).

La solución adoptada en la ejecución de la obra fue fijar el extremo superior de la lámina mediante un perfil inmediatamente por debajo del primer travesaño o sobre el propio travesaño y sellarlo por presión atornillando el perfil presor. Esta segunda solución presentaba defectos de ejecución en algunas zonas por falta de presión, lo que permitía la filtración de agua en esos puntos. Al quedar el remate superior de la membrana impermeabilizante enrasado con el pavimento exterior y existir defectos en el sellado de dicho remate, el agua de escorrentía (de lluvia o riego de los jardines) se filtraba por encima de dicha impermeabilización y afectó al pavimento interior.

### 3. PATOLOGÍA DE CUBIERTAS

Otros procesos patológicos importantes de destacar son los relacionados con el colapso o hundimiento de cubiertas durante las fases de construcción o bien ya en servicio, con actuación de cargas semi-excepcionales. En el primer caso los hundimientos se producen por insuficiencia de arriostramientos de los encofrados durante la ejecución, con sistemas de apuntalamiento y apeos inadecuados e inestables, y/o por maniobras indebidas o accidentes en la fase de montaje. En el segundo por estudios insuficientes de las acciones que pueden actuar. Es frecuente que en la estimación de acciones no se valoren adecuadamente las cargas de instalaciones. Dichas cargas tienen comparativamente una cierta importancia al ser del mismo orden o mayores que el peso propio de la cubierta. Se han encontrado también situaciones en donde un cambio de uso del edificio produjo un incremento considerable de cargas permanentes actuando sobre la cubierta, que colapsó con una granizada importante y repentina en la localidad de ubicación del edificio.

En otras ocasiones se han detectado fallos en cubiertas metálicas debido a una elección inadecuada del material cuando éste debe soportar bajas temperaturas. En estos casos se debe garantizar la aptitud del acero frente a la rotura frágil a bajas temperaturas, siendo el ensayo de resiliencia el que mide la susceptibilidad del acero a la rotura frágil.

La Fotografía 5 muestra el siniestro de una cubierta presostática, de carácter temporal, producido por condiciones climatológicas adversas y fallos locales de la estructura. La Fotografía 6 muestra el colapso de una cubierta de un pabellón polideportivo después de una nevada semi-excepcional en la localidad de ubicación, en donde se detectaron algunos errores de ejecución y de estimación de cargas reales actuantes de instalaciones.



**Fotografía 5:** Colapso de una cubierta de lona, de carácter temporal



**Fotografía 6:** Colapso de la cubierta de un pabellón polideportivo



En cubiertas planas es fundamental asegurar el desagüe de las aguas de lluvia y efectuar un mantenimiento cuidadoso de los elementos de evacuación para evitar su obstrucción. La Fotografía 7 muestra la acumulación de agua en una cubierta debido a la obstrucción de los desagües. La acumulación de cargas en la cubierta aumenta su deformación, que facilita a su vez una mayor acumulación de agua o dificultad para evacuarla.



**Fotografía 7:** Acumulación de agua por falta de mantenimiento de los desagües



**Fotografía 8:** Fisuración en tabiques interiores de viviendas

#### 4. DEFORMACIONES DE FORJADOS

Son muchas las reclamaciones judiciales presentadas por las Comunidades de Propietarios de edificios debido a diversos defectos constructivos, entre los que generalmente se encuentran la fisuración de los tabiques de división interior de las viviendas y el agrietamiento de las fábricas de ladrillo de las fachadas. En la mayoría de los casos esta fisuración y agrietamiento es debido a la flexibilidad de la estructura horizontal. Se asocia a la deformación excesiva en vigas y viguetas de los forjados de hormigón armado, que en su conjunto producen una flecha activa superior a la que mantendría íntegros los elementos constructivos. Si bien esta problemática puede identificarse como un incumplimiento de estado límite de servicio de deformación, las estructuras analizadas en los distintos casos estudiados no presentaban, en general, problemas de resistencia o de incumplimiento de los estados límites últimos. La Fotografía 8 muestra la fisuración de un tabique debida a la deformación excesiva de los forjados.

La normativa española, EFHE, fija las deformaciones admisibles, para el caso de forjados que sustenten tabiques o muros de partición o de cerramiento, estableciendo que la flecha activa no excederá al menor de los valores  $(L/500)$  y  $(L/1000 + 0,5)$  cm, siendo L la luz del vano. Así por ejemplo, para luces de 5 m, la flecha activa no debe exceder de 1 cm (10 mm).

En general, para los distintos casos estudiados por los autores de este trabajo, el canto de los forjados de proyecto era superior al canto mínimo establecido en la normativa de aplicación, incluso para el caso de forjados de piso con elementos muy dañables. En consecuencia no sería de esperar, a la vista de las flechas activas teóricas estimadas, daños significativos por fisuración en las tabiquerías y cerramientos de los edificios para estas deformaciones exclusivamente.

Sin embargo, no es ésta la situación cuando a las flechas de los forjados se suman las flechas de las vigas planas que los sustentan. Efectivamente, las flechas teóricas estimadas en las vigas planas, en términos de flechas activas, pueden ser también significativas (10 mm o superiores). Teniendo en cuenta estas flechas, la flecha activa total que se produce en el centro del paño de los forjados, respecto a los apoyos de las vigas en los pilares, puede estar entre 15 y 20 mm. Estas flechas activas pueden justificar la aparición de fisuras y grietas en la tabiquería interior y en los cerramientos. Ya en la antigua Instrucción EH-91 decía lo siguiente cuando se refería a placas, losas o forjados asociados a vigas planas: “ *Sin embargo, en el caso de las llamadas vigas planas, las deformaciones de las propias vigas suelen ser importantes, por lo que su cálculo deberá ser*

*realizado con especial cuidado y a efectos del cálculo de las deformaciones de las placas, losas o vigas, además de las deformaciones propias de estos elementos deberán considerarse también las de las vigas planas en las que apoyan”.*

La Instrucción española actual de Hormigón Estructural, EHE, del año 1998 ya reconoce que para evitar problemas de fisuración en tabiques, la flecha activa no debe ser superior a 10 mm. Incluso, en otros casos, diversa bibliografía técnica consultada recomienda limitar esta deformación a 5 mm, para evitar que los tabiques y muros de ladrillo sufran lesiones significativas.

En uno de los casos analizados, un edificio de estructura de hormigón armado con forjados de 26 cm de canto, se obtuvo una flecha activa en los forjados de 6 m de luz de 4,5 mm, y una flecha activa de 12 mm en las vigas planas de 5,8 m de luz, de forma que la distorsión total en el centro del paño de los forjados respecto a los apoyos de las vigas en los pilares fue de 16,5 cm. Deformaciones similares se encontraron en otros paños de forjado, con luces de forjado algo menores pero con luces de vigas mayores.

Como conclusión puede decirse que la flecha activa máxima, conjunta del sistema forjado viga plana, debería quedar comprendida entre 5 mm y 10 mm. Una flecha que no excediera de 5 mm garantizaría, en mayor medida, la ausencia de fisuración en los tabiques interiores de las viviendas y de agrietamiento de los cerramientos de fachada. A partir de 10 mm de flecha activa, la patología descrita podría producirse con mayor frecuencia.

## 5. PATOLOGÍA EN PREFABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Se revisa a continuación algunos de los aspectos más críticos que deben analizarse desde las perspectivas de proyecto, materiales, fabricación, transporte y ejecución.

### Patología de proyecto

La patología que se genera en la etapa de proyecto tiene, en general, repercusiones económicas importantes, y puede ser de difícil solución en el caso de elementos prefabricados de hormigón. Se requiere una dedicación especial y esfuerzo en el diseño de los detalles constructivos, que son fundamentales en esta tipología constructiva. Como puntos críticos en el diseño podemos citar, entre otros:

- Una geometría y dimensiones adecuadas que facilite la correcta ejecución de las juntas y uniones. La Fotografía 9 recoge el hormigonado deficiente, por falta de espacio, del anclaje de paneles de cubierta con los paneles de fachada.
- Dimensionar adecuadamente las juntas y uniones para que sean capaces de transmitir las distintas clases de esfuerzos a las que están sometidas.



**Fotografía 9:** Hormigonado deficiente



**Fotografía 10:** Apertura del cajeadado

En la unión de los elementos prefabricados con la cimentación debe estudiarse con detenimiento el caso de cimentaciones con foseados o cajeados longitudinales (cáliz) en donde van alojados los paneles. Es necesario proporcionar suficiente resistencia y rigidez a los cajeados para evitar la apertura del mismo. El tema tiene mayor importancia cuando los paneles deben transmitir acciones horizontales significativas. La profundidad del foseado debe ser suficiente para permitir la longitud de anclaje necesaria de la armadura principal de los paneles. Las secciones bajo el cajeadado deben dimensionarse adecuadamente en canto y armadura. La zapata de cimentación debe transmitir una tensión al terreno inferior a la tensión admisible y proporcionar una reacción suficiente que contrarreste una buena parte de los empujes ejercidos por los paneles sobre las paredes laterales del empotramiento.

La Fotografía 10 recoge un caso en el que se produjo la apertura del cajeadado de cimentación que recibe los paneles prefabricados de fachada.

### **Materiales**

La patología derivada de los materiales no es muy distinta de la que puede producirse en otras construcciones tradicionales de hormigón. En general su incidencia en prefabricación suele ser menor al estar los materiales mejor controlados. Una mayor precaución debe tenerse con los hormigones y morteros "in situ" utilizados para juntas, rellenos, acabados, etc.

### **Fabricación**

En la fase de fabricación el mayor problema puede estar en que los elementos de la instalación no funcionen adecuadamente (control de la homogeneidad de las amasadas, del tesado de cables, gatos tarados, moldes en buen estado y no deformados, funcionamiento de los equipos de vibración, medidas de seguridad, etc.). Debe cuidarse el hormigonado y curado cuando se realicen con temperaturas bajas o muy elevadas al tratarse de instalaciones abiertas.

La colocación de la ferralla debe controlarse para respetar los recubrimientos, las longitudes de anclaje, los radios de doblado de las armaduras, la posición de cables y barras y la inamovilidad durante el hormigonado. Respetar los recubrimientos y los radios de doblado de las armaduras de la serie gruesa suele ser el mayor problema que se presenta con regularidad, sobre todo en piezas de pequeño espesor.

Otro punto clave suele estar en la introducción del pretensado. Debe vigilarse, la simetría y uniformidad de tensiones en los cables y el correcto entubado de los mismos para evitar excentricidades adicionales en planos de debilidad inercial.

La utilización de hormigones muy secos, en ciertos procesos de fabricación, puede dar lugar a elementos con coqueras importantes, acabados defectuosos o muy rugosos, o a daños más importantes como el desprendimiento de tabiques en piezas huecas. La instalación tendrá un sistema de calidad que garantice su producción, evitando enviar a obra elementos defectuosos.

### **Transporte**

El mayor problema se presenta con el transporte de piezas grandes y luces importantes. Los elementos pueden estar sometidos a cargas y acciones imprevistas, tales como choques, impactos, cuelgues indebidos, vibraciones, etc. El transporte de piezas grandes requiere permisos especiales cuando se superan las dimensiones y/o pesos autorizados. Esto obliga en ocasiones a estudiar una disposición "idónea" de transporte que requiere la manipulación y volteo de piezas. Las partes más sensible son los elementos de conexión y las zonas de juntas.

## Ejecución

Con un proyecto bien desarrollado y pensado desde el punto de vista constructivo, la ejecución en general no debe plantear excesivas dificultades. En la fase de montaje los siniestros más conocidos están relacionados con la falta de estabilidad de la estructura o elemento prefabricado durante la ejecución. La inestabilidad puede a veces ser provocada por un accidente o choque de la maquinaria de obra. Un caso típico se produce en el montaje de vigas o cerchas de cubierta de naves industriales. También, en ciertos casos, los hormigonados no simétricos pueden producir accidentes.

Los problemas que pueden generarse son de varios tipos, relacionados generalmente con:

- Ausencia de un plan de montaje con una secuencia definida y coordinada de operaciones.
- El empleo de grúa, o maquinaria en general, no adecuada para los elementos que deben montarse. Los dispositivos de izado deben ser potentes y adecuados.
- Las tolerancias geométricas y desviaciones. La construcción prefabricada requiere exactitud dimensional. Las desviaciones pueden ser acumulativas, lo que es origen de acabados defectuosos (por ejemplos flechas, desplomes, retranqueos, escalones, etc.).
- La nivelación de los apoyos (por ejemplo bases mal niveladas para recibir los paneles de cerramiento. Requieren en muchos casos el empleo adicional de cuñas).
- Problemas en las juntas por geometría incompatible y nivelaciones defectuosas.
- El hormigonado de juntas con poco espesor y densidad de armaduras.
- Retrasos en el suministro de piezas y elementos, que entorpece el ritmo de la construcción.
- Sobrepasar las cargas previstas durante las fases de montaje. Pueden dañar los elementos, las juntas y los apoyos y originar accidentes.

Debido a esta última causa se produjo un accidente en una nave industrial en construcción por rotura de uno de los apoyos de un panel de cerramiento de fachada. El montaje de los paneles se realizaba sobre dos apoyos a través de un cajeadado en cada uno de los extremos inferiores del panel (Fotografía 11).



**Fotografía 11:** Cajeadado para apoyo del panel



**Fotografía 12:** Detalle de la rotura

El panel de cerramiento de hormigón prefabricado era un elemento autoportante que no tenía una misión estructural principal, por lo que su función estructural puede decirse que era secundaria,



entre las que estaría transmitir la acción de viento, aparte de las de su peso propio, a la estructura principal.

Durante la manipulación del panel, para colocarlo en su posición correcta, debió generarse con maniobras y herramientas no contempladas en el procedimiento de montaje, una fuerza horizontal no prevista en el apoyo que dio lugar a su rotura. La Fotografías 12 muestra la cuña de rotura del cajeadado de apoyo. Una vez rota la cuña se desencadenó todo el proceso de caída y rotura del panel.

Se analizó el panel desde el punto de vista resistente y se comprobó que se cumplían los estados límites últimos de equilibrio y de agotamiento frente a solicitaciones de flexión y de cortante. Como conclusión puede decirse que la rotura del panel es una rotura localizada en el cajeadado del apoyo, que no debiera haberse producido si actuaran únicamente las cargas previstas en el proyecto. Por este motivo se dedujo que tuvieron que existir otras acciones, superiores a las previstas en el proyecto, que debieron introducirse durante las maniobras de colocación y alineación del panel, de forma que se crearon en el cajeadado de apoyo del panel solicitaciones de tracción excesivas que el hormigón no pudo resistir, produciéndose una rotura de tipo frágil.

## 6. LESIONES EN CERRAMIENTOS DE FACHADA DE FÁBRICA DE LADRILLO

De los sistemas constructivos empleados para cerramiento de fachada en edificación, el sistema multihoja compuesto por fábrica de ladrillo visto de  $\frac{1}{2}$  pié de espesor, aislamiento térmico y trasdosado interior representa la solución más empleada en el sector de la edificación de viviendas en España.

En la actualidad es frecuente la aparición de lesiones en este sistema de cerramiento. Generalmente, estas lesiones son fisuras o grietas que afectan a la hoja exterior de fábrica de ladrillo, pandeos, desplazamientos o desprendimientos puntuales en zonas de revestimiento de elementos estructurales o deshojamiento por pandeo y desprendimientos generalizados de paños enteros. También son frecuentes problemas relacionados directamente con los propios materiales constitutivos de la fábricas (ladrillos y morteros) como son eflorescencias, desconchados por incrustaciones o caliches, exfoliaciones y disgregaciones por heladicidad o incluso humedades por el alto grado de absorción del material.

Uno de los defectos más habituales en este tipo de cerramiento, y causa directa generalmente de muchas de las lesiones indicadas, es el apoyo insuficiente de las fábricas de la hoja exterior en los forjados de planta (Fotografía 13).



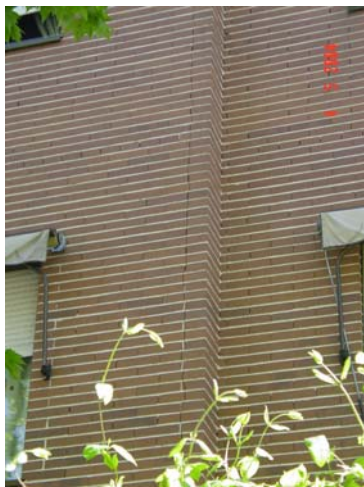
**Fotografía 13: Falta de apoyo de la fábrica**



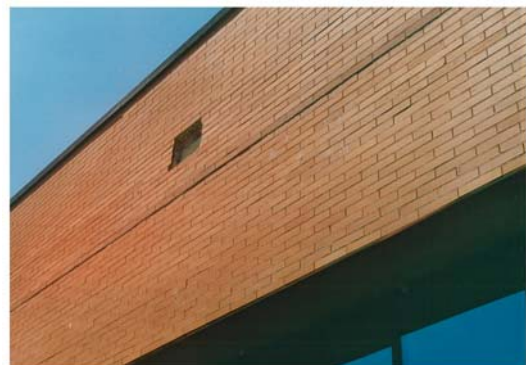
**Fotografía 14: Deshojamiento de fachada**

Esta falta de apoyo genera la transmisión de cargas de la hoja exterior de  $\frac{1}{2}$  pie de ladrillo, lo que genera giros y pandeos en la fábrica. Estos pandeos pueden afectar únicamente al chapado del frente del forjado o a paños completos de la fachada (Fotografía 14) con el consiguiente peligro de desprendimiento.

También es habitual la aparición de fisuras relacionadas con los movimientos de dilatación y contracción de la fábrica de origen higrotérmico. Para evitarlos, el proyectista debe conocer los valores de expansión por humedad y de dilatación térmica de los materiales que se van a emplear en la ejecución para disponer adecuadamente las juntas de dilatación de la fábrica y no limitarse a las correspondientes a la estructura soporte. Además deben disponerse juntas que permitan el movimiento de la fábrica próximas a las esquinas para evitar el efecto de las dilataciones diferenciales entre diferentes orientaciones y en retranqueos de la fábrica menores de 75 cm para evitar el efecto "Z" (Fotografía 15).



**Fotografía 15:** Pandeo del chapado del frente de forjado



**Fotografía 16:** Fisuración en retranqueo de fachada

Otras lesiones son las producidas por los movimientos térmicos de la estructura soporte, debidos a la interacción estructura-fachada o por los empujes generados por el plano de cubierta y transmitidos a la fábrica de fachada (Fotografía 16).

Otro factor que se ha de cuidar en la fase de diseño es el cálculo de las estructuras auxiliares de los cargaderos de huecos de fachada. Igualmente debe ser cuidadosa su ejecución. El fallo de dichos elementos genera fisuración por exceso de deformación a flexión o el aplastamiento de la fábrica en las jambas por concentración de cargas.

## 7. CONCLUSIONES

Los problemas patológicos pueden tener su origen en los errores que se cometen en la fase de proyecto, siendo los más graves los conceptuales; en la fase de ejecución, generalmente por un control inadecuado de la misma; en la calidad de los materiales utilizados, si bien se ha conseguido disminuir esta tendencia en los últimos años; y en el mal uso y mantenimiento de los edificios. En otras ocasiones actúan causas naturales o excepcionales que también dejan fuera de servicio las construcciones, y sobre las que se tiene poca capacidad de prevención.

En este trabajo se han presentado algunas tendencias que se han venido observando últimamente, sobre las que se quiere llamar la atención por la extensión e importancia de los daños que se generan y por las cuantías económicas que se necesitan para restituir la

construcción, edificio o estructura a los niveles de exigencias funcionales, de habitabilidad y de seguridad previstas en el proyecto. Como casos significativos se han presentado:

Los problemas de las humedades, muy generalizados en edificación, y que afectan no sólo a la funcionalidad y habitabilidad de los edificios, sino que en muchos casos también a la seguridad de los mismos, al generar nuevos procesos patológicos que deterioran el esqueleto estructural resistente.

La deformación excesiva de la estructura horizontal de los edificios, que si bien no afecta, en la mayoría de los casos, a su capacidad resistente, si genera diversas lesiones en elementos constructivos no estructurales, con consecuencias económicas importantes.

Los colapsos ocurridos en cubiertas, en las fases de construcción o servicio, por cargas semi-excepcionales, debido a una infravaloración general de las acciones actuantes, o las lesiones que se producen en las cubiertas por ausencia de mantenimiento.

La patología detectada en la construcción prefabricada. En fase de proyecto debe cuidarse mucho la buena definición y estudio de las uniones y nudos. En fase de ejecución realizar un control estricto y evitar acciones indebidas que deriven en accidentes.

La fisuración, defectos y lesiones que aparecen en los cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo cerámico de  $\frac{1}{2}$  pie de espesor por un inadecuado diseño inicial de proyecto, con escaso estudio y detalles constructivos, una deficiente ejecución y una falta de previsión de juntas de dilatación.