



Received: 05-10-2019  
Accepted: 15-10-2019

Anales de Edificación  
Vol. 5, N°3, 61-65 (2019)  
ISSN: 2444-1309  
Doi: 10.20868/ade.2019.4371

## Defectos frecuentes en la instalación de capas de impermeabilización en terrazas de azoteas Frequent flaws in the installation of waterproofing layers in roof terraces

Miguel Gomez Chaparro<sup>a</sup>, Gonzalo Sánchez Barroso<sup>b</sup>, Manuel J. Carretero Ayuso<sup>b</sup> & Justo García Sanz-Calcedo<sup>b</sup>

<sup>a</sup>HM Hospitals(Spain, mgomezchaparro@hmhospitales.com), <sup>b</sup>Univesity Extremadura (Spain, gsanchezmoreno@gmail.com, carreteroayuso@yahoo.es, jgsanz@unex.es)

---

**Resumen**— Las cubiertas son la parte más vulnerable de un edificio porque que están expuestas continuamente a las acciones climáticas externas y a su constante variabilidad, ya sea en lo relacionado con la lluvia, nieve, viento, temperatura, agentes biológicos o radiación solar. Por esta razón, dado su gran exposición a todos estos factores, los fallos que pudieran existir en una pequeña área de cubierta son, en la mayoría situaciones, más serios que en otros lugares, dado la velocidad de avance que tienen, así como su repercusión en la habitabilidad. Hace algunos años, una investigación realizada en Australia (en el estado de Victoria) determinó que las cubiertas son el segundo elemento de construcción más afectado por el número de fallos en ese país. En España, las cubiertas son también el segundo capítulo de obra más afectado por patologías, según un estudio de investigación sobre reclamaciones de usuarios. Para averiguar qué irregularidades y mala praxis constructiva se comete durante la ejecución (especialmente filtraciones y humedades, se ha querido analizar cuáles son los fallos más frecuentes en la instalación en obra de la impermeabilización. Para proceder a estudiar los fallos durante la ejecución ha sido necesario recurrir a algún tipo de fuente escrita que pudiera contener esta información. Hay que tener en cuenta que las constructoras en España, salvo casos muy excepcionales, no llevan un registro por escrito de cada una de las deficiencias de puesta en obra o de los incumplimientos normativos que acontezcan. Por tanto, hay que recurrir a las anotaciones que hace la dirección facultativa en el ‘libro de órdenes y visitas’. La investigación llevada a cabo se ha realizado en obras de la provincia de Badajoz, todas de tipo residencial entre 2012 y 2018, sobre las que se ha constatado cuáles son los fallos más frecuentes, haciendo un estudio comparativo entre las promociones que eran de viviendas unifamiliares y las que eran de viviendas en bloque. De esta manera, se pudo constatar que había 10 tipos de fallos que se daban en más del 30% de las ocasiones estudiadas. Especialmente reseñables son los fallos denominados ‘La altura de coronación de la impermeabilización es menor a lo que indica el CTE’ y ‘La cota del umbral está por debajo del nivel de protección de la cubierta’ que tuvieron una presencia superior al 75% de los casos.

**Palabras Clave**— Fallos; edificios; cubiertas; mantenimiento.

---

**Abstract**— The roofs are the most vulnerable part of the building because they are continually exposed to external climatic actions and their constant variability, whether related to rain, snow, wind, temperature, biological agents or solar radiation. For this reason, given their great exposure to all these factors, the faults that may exist in a small cover area are, in most situations, more serious than in other places given the speed of progress they have, as well as their impact on habitability. A few years ago, an investigation carried out in Australia (in the state of Victoria) determined that the roofs are the second building element most affected by the number of failures

M. Gomez pertenece a HM Hospitals.

G. Sánchez, M. J. Carretero & J. García pertenecen a la Universidad de Extremadura.

in that country. In Spain, the covers are also the second chapter of work most affected by pathologies, according to a research study on user complaints. To find out what irregularities and constructive malpractice are committed during the execution (especially filtrations and dampness, it has been wanted to analyze specifically are the most frequent failures in the installation in waterproofing work. To proceed to study the errors during the execution it has been necessary to resort to some type of written source that may contain this information. It must be borne in mind that construction companies in Spain, except for very exceptional cases, do not keep a written record of each of the deficiencies in the implementation or the regulatory breaches that occur. Therefore, the annotations made by the optional address in the "book of orders and visits" must be repeated. The investigation carried out has been carried out in works of the province of Badajoz, all of residential type between 2012 and 2018, on which frequent failures have been found, making a comparative study between the promotions that were of single-family homes and those of block houses. In this way, it was found that there were 10 types of failures that occurred in more than 30% of the studied occasions. Especially noteworthy are the failures called 'The crowning height of the waterproofing is less than what the CTE indicates' and 'The threshold level is below the level of protection of the roof' that had a presence greater than 75% of the cases.

*Index Terms*— Failures; buildings; decks; maintenance.

## I. INTRODUCCIÓN

Las cubiertas, junto con las fachadas, son una de las partes más vulnerables de los edificios porque que están expuestas de manera permanente a las acciones climáticas exteriores. La constante variabilidad y acción directa sobre sus materiales constituyentes de los diferentes agentes climáticos (lluvia, nieve, viento, temperatura, agentes biológicos y radiación solar) hace que los fallos sean más frecuentes, pero también más importantes (Roels S, Langmans J., 2016). Por esta razón, dado su gran exposición a todos estos factores, los fallos que pudieran existir en una pequeña área de cubierta son, en la mayoría situaciones, más serios que en otros lugares, debido a la velocidad de avance que tienen, así como su repercusión en la habitabilidad (Garcez N, Lopes N, Brito JD, Silvestre J., 2012).

Hace algunos años, una investigación realizada en Australia determinó que las cubiertas son el segundo elemento de construcción más afectado por el número de fallos en ese país (Ilozor BD, Okoroh MI, Egbu CE., 2004). En España, las cubiertas son también el segundo capítulo de obra más afectado por patologías, según un estudio de investigación sobre reclamaciones de usuarios. Sin embargo, si individualizamos este análisis por elementos constructivos (de entre un total de 59 estudiados), las cubiertas planas son las primeras en este ranking (Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A., 2016).

Las cubiertas planas incluyen una capa de impermeabilización, que asegura que no existan entradas de agua al interior del edificio (Graus R., 2005). Este requerimiento es lo que la diferencia de la cubierta inclinada, pues esta última no necesita dicha lámina impermeabilizante cuando se cumple una pendiente mínima de los faldones (Bludau C, Schunck E., 2010).

Según la BRE (GoodRepairGuide) la estimación general de la vida útil de estas cubiertas es de unos 20 años (BRE. Good Repair Guide 16. Part 1, 1998), siendo necesaria más información de carácter específico y un conjunto mucho más amplio de reglas para predecir la vida de servicio en función de diferentes variables. En analogía, hay autores (Pahud D,

Bernasconi A, Cadoni E, Chianese D, Kaehr P, Salvadori D., 2005) que estiman una vida media de 23,8 años en función de los datos empíricos analizados en una muestra. Otras autoridades constatan que el límite superior para el promedio de vida es generalmente de 30 años (Meyer P, Büchler M, Christen K., 1995). Estos resultados deben llevarnos a cuestionar cuáles son las razones profundas por las que este elemento constructivo tiene una importante menor vida de servicio que otras partes de los edificios y seguir investigando para mejorar la actual técnica constructiva utilizada, así como el conjunto de su ciclo de vida (Carretero-Ayuso MJ, García-Sanz-Calcedo J., 2018).

El costo es siempre una importante consideración, pero llega un punto en que remendar una cubierta con frecuencia es menos rentable que la sustitución por una cubierta realizada totalmente nueva (Saunders GK, Goodier A., 1999). Este aspecto puede ser una línea futura de estudio.

Es recomendable -para tener buenos resultados de calidad- que la realización de las cubiertas no se vea afectada por una premura de sus tiempos de construcción. De ser así, esto hace que puedan existir más deficiencias durante el proceso de puesta en obra. Un estudio suizo (Pahud D, Bernasconi A, Cadoni E, Chianese D, Kaehr P, Salvadori D., 2005) ha constatado que el hecho de que ciertos edificios fueran llevados a cabo dentro una oleada de construcción, se tradujo en un aumento significativo en el trabajo de mantenimiento en un corto espacio de tiempo.

Para averiguar qué irregularidades y mala praxis constructiva se comete durante la ejecución para dar lugar a ese gran número de patologías (especialmente filtraciones y humedades, que son las que se producen en mayor cuantía), se ha querido analizar cuáles son los fallos más frecuentes en la instalación en obra de la impermeabilización y que pueden transformarse después en las citadas patologías.

## II. METODOLOGÍA

El estudio aquí presentado, se basa en el análisis de 18 obras de tipo residencial. Dentro de las mismas existe una tipología relativa a viviendas unifamiliares y otra tipología de viviendas

en bloque. Todas ellas son promociones situadas en la provincia de Badajoz y cuyo inicio de obra se llevó a cabo entre 2012 y 2018.

El citado análisis consistió en averiguar cuáles fueron los fallos más frecuentes en la puesta en obra de las cubiertas. Para esta comunicación solo se expresan y desarrollan aquellos relativos a las cubiertas planas, y dentro de ellas, a la capa de impermeabilización de las cubiertas planas transitables. Estas cubiertas, las terrazas, además de su propio perfil constructivo, tienen también una connotación de ser un espacio habitable más, dado su interacción con el usuario, pues son una prolongación del uso cotidiano como una parte más de la vivienda.

La cubierta plana es el elemento constructivo donde más reclamaciones por daño hay en el conjunto de España, de entre un total de 59 elementos distintos estudiados en base a los datos proporcionados por el seguro de responsabilidad civil de los arquitectos técnicos (Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A., 2016). Es por esto, que tomando de base esta realidad, se ha querido ver qué aspectos se detectan durante la ejecución de las impermeabilizaciones de estas cubiertas, que hacen que los mismos se transformen en patologías posteriores, especialmente en filtraciones y humedades.

Para proceder a estudiar los fallos de durante la ejecución, era necesario recurrir a algún tipo de fuente escrita que pudiera contener esta información, aspecto que no es fácil de conseguir. Hay que tener en cuenta que las constructoras en España, salvo casos muy excepcionales y en obras muy singulares, no llevan un registro por escrito de cada una de las deficiencias de puesta en obra o de los incumplimientos normativos que acontezcan; aspecto que es totalmente extensible a las subcontratistas o aplicadores. Por tanto, hay que recurrir a las anotaciones que se hacen en el 'libro de órdenes y visitas' de la dirección facultativa; en concreto, en las que pudieran escribir los directores de ejecución de obra, dado que sobre este aspecto difícilmente hacen anotaciones los directores de obra.

El tomar de fuente de datos a los mencionados libros de órdenes implicó distintos problemas que debieron de salvarse, como son:

- Contactar con técnicos intervinientes en obras de las características antes indicadas.

- La autorización para acceder a esta información es muy complicada, dado que no es fácil que se dé permiso para la lectura de las instrucciones que contienen estas anotaciones. Muchas veces, su lectura se considera una intromisión o una forma indirecta de dar a conocer a terceros las posibles carencias en la dirección de las obras. Por este motivo no se consiguió acceso en más de 30 ocasiones.

- Hay que contactar con técnicos que habitualmente estén acostumbrados a hacer un seguimiento exhaustivo de los procesos de ejecución, y que además, queden por escrito y de manera pormenorizada todas las problemáticas que vayan

surgiendo. Esta condición es muy difícil porque no es una práctica muy extendida el hacerlo así. De entre los contactados, se auto-rechazaron 43 técnicos, porque entendían que sus anotaciones no reunían estas características.

- Fue necesario realizar un compromiso de confidencialidad, para que no se diera a conocer el nombre de la promoción, la constructora, el promotor ni los técnicos intervinientes.

- Con todas estas premisas anteriores, se facilitó el acceso de estos investigadores a los libros de órdenes, que una vez inspeccionados, realmente no tenían la concreción pormenorizada de fallos que nos dijeron contener. Solo por este motivo, hubo que descartar 16 libros de órdenes facilitados.

Una vez salvados todos estos problemas, pudo obtenerse un total de 18 libros de órdenes, de los cuales 10 eran pertenecientes a viviendas unifamiliares y 8 pertenecientes a viviendas en bloque. Como es obvio, cada libro pertenecía a una promoción distinta; por tanto, fueron 18 las promociones inmobiliarias que han estudiado.

La metodología consistió en la lectura detallada de todas las incidencias ahí reflejadas, extrayendo solo las relativas a las impermeabilizaciones de las cubiertas planas. Por este motivo, hubo de utilizarse una caracterización de tipo inductivo que permitiera ir reflejando todos los puntos que surgieran en cada caso.

Se constató la existencia de una serie de fallos que fueron detectados, pero que no se incorporaron a este estudio porque no eran específicos de la capa de impermeabilización; sería el caso de:

- No se ensamblan o colocan correctamente los paneles de aislamiento de poliestireno extruido.

- Las cazoletas utilizadas no son sifónicas.

- La aplicación del mortero de agarre de las baldosas del solado es defectuosa.

- No se efectúa la capa de compresión de mortero de cemento bajo el solado.

- La formación de pendiente tiene una distribución y configuración inadecuada

- El aislamiento se coloca debajo de la impermeabilización estando previsto que la cubierta fuera de tipo invertido.

- No se coloca un velo geotextil previsto en proyecto.

- No se respeta la junta de dilatación en la capa del solado.

Del mismo modo hubo otra serie de aspectos que sí tenían que ver con la propia impermeabilización de la cubierta, pero que no se han incluido en el estudio de los porcentajes que aquí se presentan, dado que no llegaron a obtener un valor superior al 30%. Este porcentaje se utilizó porque es el que se entiende para algunas investigaciones (Carretero-Ayuso MJ, García-Sanz-Calcedo J, Reyes-Rodríguez AM., 2016) que es un valor por debajo del cual se considera que un tipo de fallo no está

extendido o generalizado, y por lo tanto no podría considerarse como frecuente, que es el concepto que se utiliza para el título de esta investigación.

Los fallos que se han analizado, teniendo en cuenta todos los condicionantes antes expresados son los que figuran en la Tabla 1.

TABLA I  
RELACIÓN DE CONCEPTOS ANALIZADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN

Cód.	Nombre del tipo de fallo
A	El refuerzo del sumidero se realiza inadecuadamente
B	El sumidero no es de un material compatible con la impermeabilización
C	No se asegura la existencia de independencia de empujes entre faldón y pretil
D	Se observan deficiencias de ejecución y de inclinación de la formación de pendientes
E	No hay lamina de refuerzo en los encuentros con paramentos perimetrales
F	No hay imprimación previa en las áreas en donde la lámina debe ir adherida
G	No se efectúa la preparación de la superficie del ladrillo del pretil (enfoscado de cemento)
H	No se realiza la formación de media caña en el encuentro con el pretil
I	La cota del umbral está por debajo del nivel de protección de la cubierta
J	La altura de coronación de la impermeabilización es menor a lo que indica el CTE

### III. RESULTADOS

Se ha procedido a ordenar cada uno de los tipos de fallos según el porcentaje de presencia de éstos. Esta ordenación ya se recoge en la Tabla 1 de forma que estén secuenciados de menor a mayor. En la Figura 1 quedan expresados los mismos de forma que se indica el valor concreto de cada uno de ellos.

Se aprecia que, de los 10 tipos de fallos, 7 de ellos obtienen un porcentaje mayor o igual al 50%, y que de éstos, los cuatro últimos (G, H, I y J) obtienen un porcentaje superior a 2/3; es decir >66,66%. Finalmente, destaca el fallo tipo J que prácticamente se da 9 de cada 10 ocasiones.

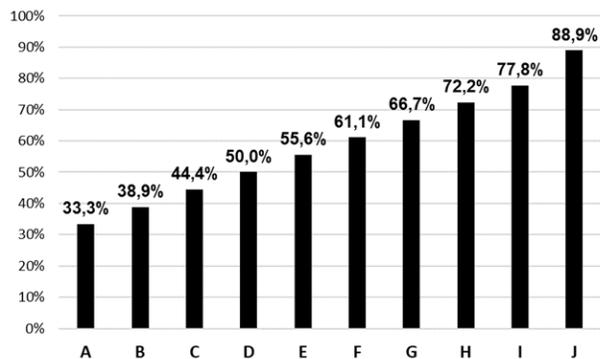


Fig. 1. Porcentajes de casos según cada uno de los tipos de fallo.

Para hacer un estudio más detallado, se han desdoblado los valores antes expresados según cada una de las tipologías edificatorias objeto de la investigación (viviendas unifamiliares y viviendas en bloque). En la Figura 2 quedan indicados los valores (expresados en números de casos) en función de los tipos de fallos y la tipología edificatoria. Se observa que los valores más elevados son los tipos de fallo I y J en viviendas unifamiliares (9 casos cada uno), seguido de los tipos de fallo H y J en viviendas en bloque (7 casos cada uno).

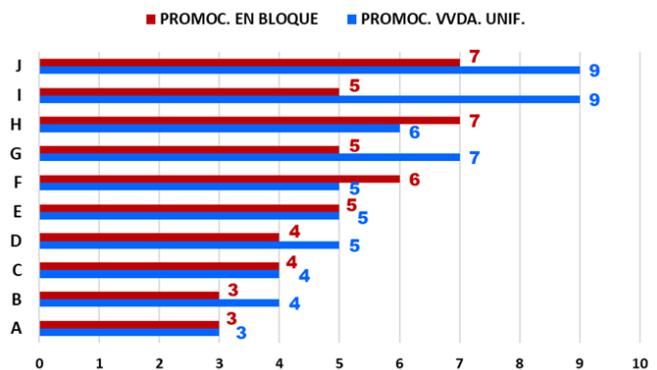


Fig. 2. Número de casos según cada uno de los tipos de fallo y la tipología edificatoria.

Finalmente, se ha realizado un análisis de la distribución de casos, de manera general (sin desglosar por tipo de fallos), en función de si éstos tenían lugar en las viviendas unifamiliares o en las viviendas en bloque. Como se aprecia en la Figura 3, existe una mayor concentración en las viviendas unifamiliares (57 casos).

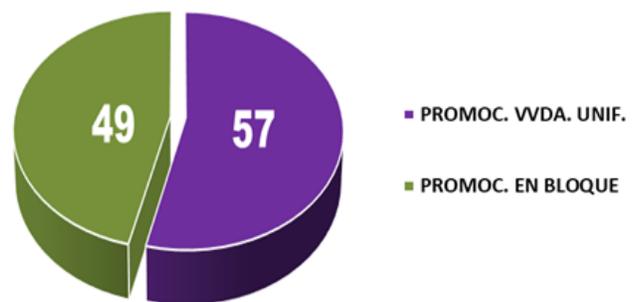


Fig. 3. Distribución general de casos según la tipología edificatoria.

### IV. DISCURSIÓN Y CONCLUSIONES

Los tipos de fallos aquí expuestos, son aquellos que se han determinado que tienen mayor presencia en la instalación de las capas de impermeabilización de las terrazas de cubierta. Los dos más recurrentes son ‘La altura de coronación de la impermeabilización es menor a lo que indica el CTE’ (J=88,9%) y ‘La cota del umbral está por debajo del nivel de protección de la cubierta’ (I=77,8%).

En general, los porcentajes obtenidos son muy altos, lo que puede significar una falta de preparación de los operarios que ejecutan estos trabajos, pero también (y de forma paralela) la existencia de errores u omisiones en los proyectos de impermeabilización de esta unidad constructiva.

Como ejemplo de lo anterior, aspectos básicos como la pendiente mínima que deben tener los paños, a veces sigue estando cuestionada por muchos proyectistas que intentan incluir en sus proyectos cubiertas planas con pendientes de evacuación nulas (al 0%), aun cuando estén fuera de las prescripciones del CTE/DB-HS-1.

Esta situación, de una elevada presencia de fallos es preocupante, pues muchos de estos puntos son donde se han constatado en otros estudios que son las localizaciones de muchas patologías posteriores (Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A., 2013). La recurrencia de las problemáticas durante la vida de servicio, hace que los adquirientes de los inmuebles tengan que recurrir a las demandas judiciales para obtener resarcimientos económicos o la reparación de los fallos existentes en sus viviendas (Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A., 2016).

En base a la idea anterior, sería posible recurrir al arbitraje y resolución amistosa de conflictos, que en ciertos países anglosajones tienen bastante tradición, pero que sin embargo en los países del arco mediterráneo no son un procedimiento de utilización corriente (Moreno Liso L, Garcia Sanz-Calcedo J., 2015). Para intentar cambiar esta situación hace unos años se ha creado en la capital de España el 'Centro de Mediación de la Construcción' impulsado y creado por el Colegio Oficial de Aparejadores e Ingenieros de Edificación de Madrid (COAATIE Madrid., 2015).

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Fondo Social Europeo y la Universidad de Extremadura el apoyo para este trabajo de investigación. Este estudio ha sido desarrollado a través del proyecto de investigación GR-18029 vinculado al VI Plan Regional de Investigación del Gobierno de Extremadura 2017–2020.

#### REFERENCES

Bludau C, Schunck E. (2010) Flat roof construction. In: Anonymous Flat Roof Construction Manual: Materials, Design, Applications, Munich: Institutfürinternationale Architektur-Dokumentation p. 98-117.

- BRE. (1998) Good Repair Guide 16. Part 1. Flat Roofs: assessing bitumen felt and mastic asphalt roofs for repair.
- Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A. (2013) National statistical analysis on construction anomalies: Years 2008 to 2010. Madrid: MUSAAT Foundation.
- Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A, de Brito J. (2016) General survey of construction-related complaints in recent buildings in Spain. *International Journal of Civil Engineering*.
- Carretero-Ayuso MJ, García-Sanz-Calcedo J, Reyes-Rodríguez AM. (2016) Qualitative and Quantitative Analyses on Project Deficiencies in Flat-Roof Design in Extremadura, Spain. *Journal of Construction Engineering and Management*; DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001176.
- Carretero-Ayuso MJ, Moreno-Cansado A. (2016) National statistical analysis on construction anomalies in Spain. Madrid: MUSAAT Foundation.
- Carretero-Ayuso MJ, García-Sanz-Calcedo J. (2018) Comparison between building roof construction systems based on the LCA. *Revista de la Construcción* 17:123-36. COAATIE Madrid. (2015) El Colegio de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid inaugura el Centro de Mediación de la Construcción. *Cercha* 126:50-1.
- Garcez N, Lopes N, Brito Jd, Silvestre J. (2012) System of inspection, diagnosis and repair of external claddings of pitched roofs. *Constr Build Mater*; 35:1034-44.
- Graus R. (2005) La cubierta plana, un paseo por su historia.
- Ilozor BD, Okoroh MI, Egbu CE. (2004) Understanding residential house defects in Australia from the State of Victoria. *Build Environ*; 39:327-37.
- Meyer P, Büchler M, Christen K. (1995) Vieillissement des éléments de construction et coût d'entretien - Données pour l'entretien et la rénovation des immeubles d'habitation.
- Moreno Liso L, Garcia Sanz-Calcedo J. (2015) La mediación en los conflictos medioambientales. *CEFLegal: revista práctica de derecho*.105-28.
- Pahud D, Bernasconi A, Cadoni E, Chianese D, Kaehr P, Salvadori D. (2005) Durability of flat roofs: practical experience on service life and consequences on the maintenance strategy. *TT6*-235.
- Roels S, Langmans J. (2016) Highly insulated pitched roofs resilient to air flow patterns: Guidelines based on a literature review. *Energy Build*; 120:10-8.
- Saunders GK, Goodier A. (1999) Condition assessment of flat roofs, including the use of expert systems.1235-44.



**Reconocimiento – NoComercial (by-nc):** Se permite la generación de obras derivadas siempre que no se haga un uso comercial. Tampoco se puede utilizar la obra original con finalidades comerciales.