

MANUAL PREVENCIÓN DE FALLOS

Estanqueidad en fachadas

**GESTIÓN DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y ORDENACIÓN DEL
TERRITORIO
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA**

GRUPO DE TRABAJO

Nuria Rosa Roca

Autora

Julián Pérez Navarro

**Colegio Oficial de Aparejadores,
Arquitectos Técnicos e Ingenieros
de Edificación de la Región de
Murcia**

MANUAL PREVENCIÓN DE FALLOS

Estanqueidad en Fachadas

GRUPO DE TRABAJO

Nuria Rosa Roca

Julián Pérez Navarro

SUPERVISIÓN: Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio

D. Emilio Meseguer Peña

D^a. Teresa Barceló Clemares

EDITA:

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia

Avda. Alfonso X el Sabio, 2. 30008 – Murcia

Tel. 968 274411 – Fax 968281354

www.coaatiemu.es – colegio@coaatiemu.es

I.S.B.N.: 978-84-89882-49-2

DISEÑO PORTADA:

Murcia Multimedia, S.L.

© Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio CARM y Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ningún formato por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del manual	3
1.2. Generalidades sobre cerramientos de fachada y sus tipos	5
1.2.1. Definición de fachada	
1.2.2. Tipología de fachadas.	
1.2.3. Fachada convencional	
1.3. Requisitos básicos/esenciales de un cerramiento	7
1.4. Partes de un cerramiento	8
1.5. Aspectos reglamentarios y normativa	14
1.5.1. Marco legislativo para la edificación	
1.5.2. Especificación técnica obligatoria. Los reglamentos	
1.5.3. Especificación técnica voluntaria. Las normas	

CAPÍTULO 2. PREVENCIÓN DE FALLOS DESDE EL PROYECTO

2.1. Condiciones de diseño de fachadas según el CTE	23
-----------------------------------------------------	----

CAPÍTULO 3. PREVENCIÓN DE FALLOS DURANTE LA EJECUCIÓN

3.1 Ejecución de fachadas en cumplimiento del CTE. Control de ejecución.	29
3.1.1. Condiciones de construcción según CTE	
3.1.2. Condiciones de construcción según CTE	
3.2 Tratamiento de los puntos singulares de la fachada según el CTE	32
3.3. Control de obra terminada	48

CAPÍTULO 4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

CAPÍTULO 5. PATOLOGÍA, CAUSAS Y PREVENCIÓN

5.1. Patología de cerramientos	51
5.1.1. La Patología y los estudios patológicos	
5.1.2. Daños	
5.1.3. Causa de la lesión	

5.2. Daños y causas más comunes de fallos en la estanqueidad	56
5.2.1. Humedades	
5.2.2. Suciedad	
5.2.3. Eflorescencia	
5.3. Patología preventiva	69

CAPÍTULO 6. INTERVENCIÓN Y REPARACIÓN DE CERRAMIENTOS CONVENCIONALES NO ESTANCOS

6.1. Tipología de intervenciones	71
6.2. Eliminación de la causa	72
6.3. Reparación de los daños	82
6.4. Conclusiones	91

BIBLIOGRAFÍA	93
--------------	----

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del manual

Si analizamos los **resultados del estudio de las estadísticas de siniestralidad de la edificación en la Región de Murcia**, que lleve a cabo como colaboradora del **COATIEMU** en los años pasados, obtenemos las siguientes conclusiones:

- Clasificando todos los daños o siniestros, que afectan a las unidades de obra, de **naturaleza material** producidos **en propia obra**, dependiendo de la tipología de daño o lesión obtenemos el siguiente gráfico (**figura 1**).

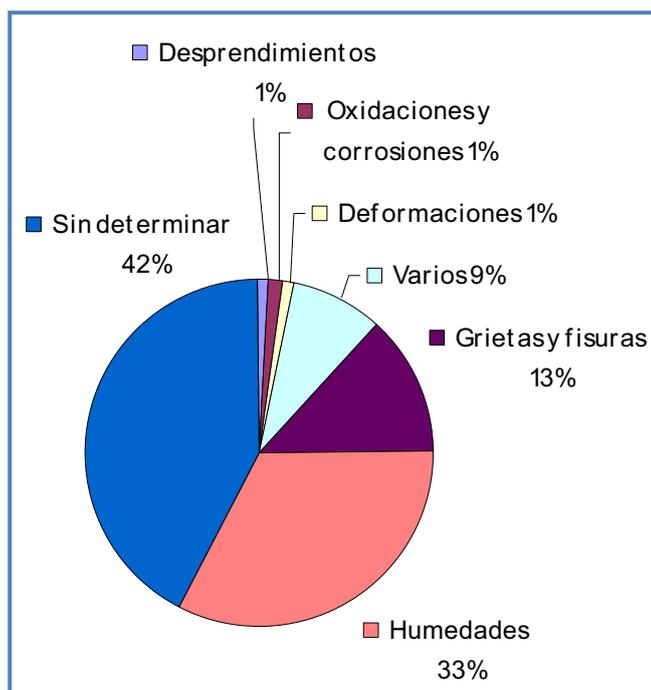


Figura 1. Distribución de *Siniestros o Daños de Naturaleza Material en propia obra por tipo de daño.*

- Según el gráfico (**figura 1**), los tipos de daños o lesiones mayoritarias, que aparecieron, en propia obra, fueron las **humedades** con un 33%.

- Como conclusión final, podemos decir, que se debe tener especial cuidado en el diseño, ejecución y control de las unidades de obra donde pueden aparecer este tipo de daños. Por lo que nos marca la importancia de la **prevención de fallos de estanqueidad en fachadas**.

En el **artículo 13** del **CTE** (normativa de obligado cumplimiento), en las “Exigencias básicas de Salubridad (HS)”, en el **13.1. Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad**, dice que se limitará el riesgo previsible de presencia de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus **cerramientos** como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Esta cita en el articulado del **CTE** nos afirma la importancia que tiene la **estanqueidad de un cerramiento**, por lo que conocer la correcta ejecución de una fachada, cuidando sus puntos singulares nos sirve de ayuda para la prevención de fallos de estanqueidad.

Podemos decir que un edificio o una unidad de obra son estancos, cuando el agua como acción exterior no logra penetrar dentro del edificio mojando alguna unidad de obra. Por lo que todo el manual tratará de prevenir fallos en la estanqueidad de fachadas.

Este **manual** será de gran utilidad a todos aquellos profesionales que quieran **redactar informes de daños, diseñar, ejecutar o controlar fachadas previniendo fallos de estanqueidad (en cumplimiento) del CTE o ejecutar adecuadamente obras de reparación de fachadas**.

Me he centrado en las **fachadas convencionales**, las mayoritariamente observadas, que son los cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo multihoja, apoyados en vigas o frentes de forjados, ya sean revestidos o de terminación, más comúnmente llamados “cerramientos de ladrillo visto”.

Son muy importantes los **capítulos 2 y 3**, ya que con la incorporación obligatoria del CTE, se tapan las lagunas existentes en cuanto a **diseño y ejecución** de cerramientos estancos. Ya que en su documento básico de salubridad establece las condiciones a tener en cuenta para estanqueidad de fachadas y sobre todo, con especial atención en los puntos singulares y conflictivos de los cerramientos. En el **capítulo 4** trataremos el mantenimiento y conservación exigible a las fachadas.

En el **capítulo 5**, hablamos de patología y estudiamos los daños y causas más comunes de fallos en la estanqueidad. Ya que conociendo profundamente los daños que aparecen y las causas que producen fallos en la estanqueidad de las fachadas podremos llevar acabo lo que llamamos **patología preventiva** en las futuras obras de ejecución y así prevenir los mismos. Un refrán muy conocido nos apoya: **“Más vale prevenir que curar”**. Ya que arreglar daños en fachadas es más costoso y problemático que ejecutarlo bien desde el principio.

El **capítulo 6**, nos habla de los tipos de intervenciones en fachadas no estancas, eliminando primero la causa y después reparando el daño.

1.2. Generalidades sobre cerramientos de fachada y sus tipos

1.2.1. Definición de fachada

La definición de **fachada**, por El diccionario de la Real Academia Española (RAE) de la Lengua, es: *“Paramento exterior de un edificio, generalmente el principal”*.

Podemos hacer una definición general, en la que se entiende por cerramiento **de fachada** de un edificio a cualquier tipo de muro o pared exterior del mismo, sin función resistente, realizados mediante fábrica de ladrillo, mampostería, bloque de mortero, sillería, etc. apoyados o colgados en la estructura soporte del mismo.

La palabra fachada deriva del latín facies, faz, cara, y por tanto, imagen y expresión de lo que envuelve.

La fachada resulta la parte del edificio de mayor complejidad de diseño, ya que debe reunirse en ella un cúmulo de condiciones funcionales de estabilidad y estéticas que no siempre se consiguen y que incluso a veces parecen contradictorias.

1.2.2. Tipología de fachadas

Según la **UNE 41805-10 IN**-Diagnóstico de edificios en su **parte 10: Estudio patológico del edificio-fachadas no estructurales**, podemos clasificar los cerramientos de fachada de la siguiente forma:

CLASIFICACIÓN DE CERRAMIENTOS			
DE FÁBRICA	Cerramiento de ladrillo o bloque apoyados en vigas o frentes de forjado	Según su composición y material	De una hoja
			Multihoja
			Ventilada
		Según su acabado exterior	Sin revestimiento
Con revestimiento			

PREFABRICADA	Cerramiento formado por paneles prefabricados colgados o apoyadas en la estructura	Según su composición	Monocapa
			Multicapa
			Compuesta
ACRISTALADA	Cerramiento transparente o translúcido compuesto de carpintería de sujeción y paneles de vidrio		

Dentro de esta clasificación, los que nos interesan son **los convencionales**, los **cerramientos de ladrillo multihoja revestidos o para revestir**.

1.2.3. Fachada convencional

La definición de **convencional**, por el diccionario de la Real Academia Española (RAE) de la Lengua, tomado como adjetivo, es: Dicho de un acto, de una costumbre, de una indumentaria, etc., que se atienen a las normas mayoritariamente observadas.

Por lo tanto, me he centrado en las fachadas convencionales, las mayoritariamente observadas, que son los cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo multihoja, apoyados en vigas o frentes de forjados, ya sean revestidos o de terminación, más comúnmente llamados “cerramientos de ladrillo visto (ver **figura 5**)”. Estos cerramientos suelen aparecer en las fachadas por separado o como pasa la mayoría de las veces combinados (ver **figura 4**).

Además podemos añadir que es la técnica más utilizada en los países de la cuenca del mediterráneo europeo. No solo podemos encontrar esta técnica en los edificios nuevos (ver **figura 4**) sino también en los que tienen entre 30 y 50 años (ver **figura 5**).



Figura 4. Fachada combinada de ladrillo cara vista y monocapa. Santomera. Murcia



Figura 5. Fachada de ladrillo cara vista. Plaza del Romea. Murcia

1.3. Requisitos básicos/esenciales de un cerramiento

Las exigencias que debe cumplir un cerramiento, son los siguientes:

- Comportamiento higrotérmico
- Aislamiento acústico
- Aprovechamiento del recurso lumínico
- Requisitos de seguridad
- Requisitos funcionales
- Estanqueidad (o estanquidad)

Pero me voy a centrar en el requisito de **estanqueidad**, ya que el objeto de mi trabajo es el estudio de la estanqueidad en fachadas convencionales.

Estanqueidad (o estanquidad)

Estanqueidad = estanquidad.

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) de la Lengua, dice que **estanqueidad** es la *calidad de estanco* y define el adjetivo estanco/a: Dicho de una embarcación: Que se halla bien dispuesta y reparada para no hacer agua por sus costuras.

Por lo tanto, si aplicamos esta definición a **edificación**, **una fachada es estanca** cuando se halla bien dispuesta y ejecutada de tal forma que no pueda entrar agua por ninguna de sus costuras.

Podemos decir entonces que un edificio o una unidad de obra son estancos, cuando el agua como acción exterior no logra penetrar dentro del edificio mojando alguna unidad de obra.

Además, en el **artículo 13** del CTE (normativa de obligado cumplimiento) “Exigencias básicas de Salubridad (HS)”, en el 13.1. Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad, dice que se limitará el riesgo previsible de presencia de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus **cerramientos** como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Esta cita en el articulado del **CTE** nos afirma la importancia que tiene la estanqueidad de un cerramiento, por lo que conocer la correcta ejecución de una fachada, cuidando sus puntos singulares nos sirve de ayuda para la prevención de fallos de estanqueidad.

1.4. Partes de un cerramiento

Este cerramiento multihoja está apoyado en vigas o frentes de forjados.

La hoja exterior será de ladrillo, pudiendo ser de ladrillo visto o de ladrillo para revestir.

En cuanto al revestimiento de la fábrica a revestir, nos vamos a centrar en el mortero monocapa. Que es el más utilizado en la actualidad.

Por lo que estudiaremos los tres tipos de fachada convencionales:

- Fábrica de ladrillo visto (**figura 6**)
- Fábrica de ladrillo para revestir, con monocapa (**figura 7**)
- Fábrica combinada de ladrillo visto y monocapa (**figura 8**)

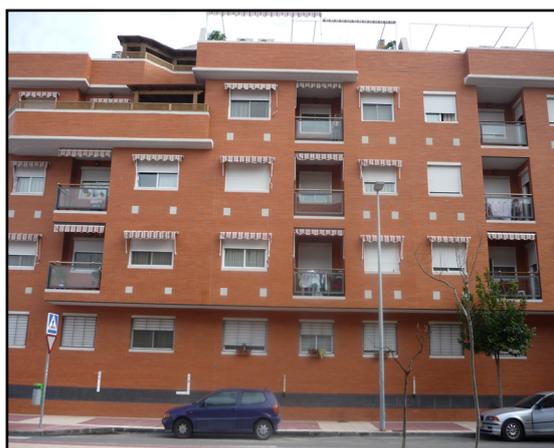


Figura 6. Fachada de ladrillo cara vista. La Flota. Murcia



Figura 7. Fachada con revestimiento monocapa. Zarandona. Murcia



Figura 8. Fachada de ladrillo cara vista y monocapa. La Flota. Murcia

A este tipo de fachadas el **Catálogo de elementos constructivos del CTE** les llama de la siguiente forma:

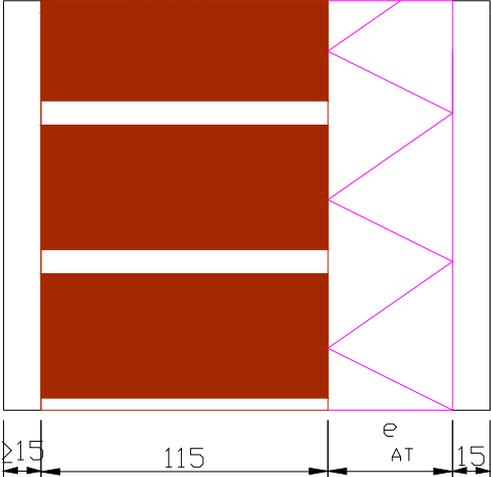
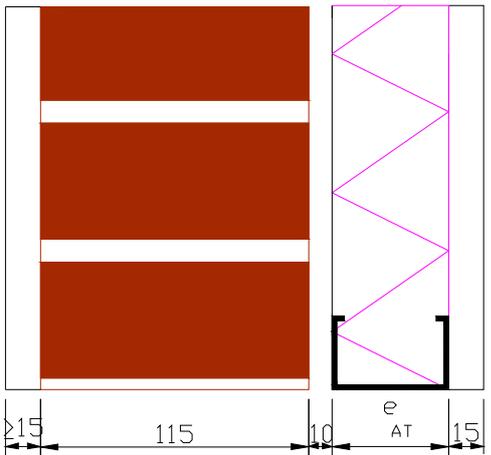
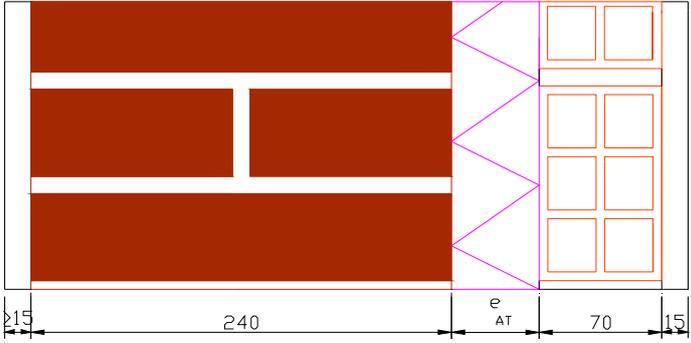
- En su **apartado 4.2.1**. Fábrica vista, sin cámara o con cámara de aire no ventilada, aislamiento por el interior.
- En su **apartado 4.2.3**. Fábrica con revestimiento continuo, sin cámara o con cámara de aire no ventilada, aislamiento por el interior.

Por lo que, para que sea más fácil de comprender, hacemos un **cuadro** con las secciones de los cerramientos que establece el **CTE**. De esta forma podemos ver las **partes de un cerramiento**.

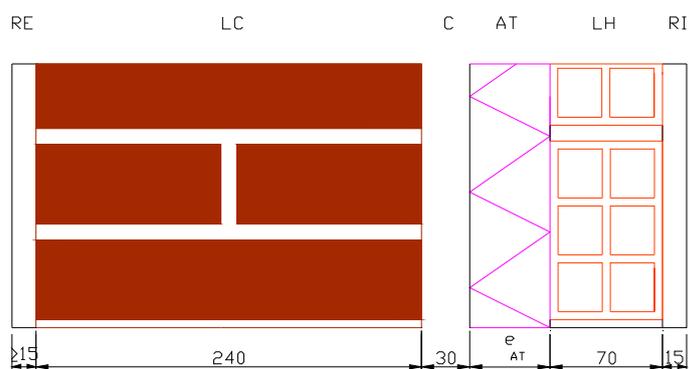
TIPOS DE FACHADAS CONVENCIONALES SEGÚN EL CTE			
TIPO DE FÁBRICA CTE	CÓDIGO CTE	DETALLES CONSTRUCTIVOS	NOMENCLATURA
FÁBRICA VISTA, SIN CÁMARA O CON CÁMARA DE AIRE NO VENTILADA, AISLAMIENTO POR EL INTERIOR	F 1.1	<p>LC RM AT LH RI</p> <p>115 15 e_{AT} 70 15</p>	<p>LC: Fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)</p> <p>RM: Revestimiento intermedio</p> <p>C: Cámara de aire no ventilada</p> <p>AT: Aislante no hidrófilo</p>
	F 1.2	<p>LC RM C AT LH RI</p> <p>115 15 e_{AT} 70 15</p>	<p>LH: Fábrica de ladrilla hueco</p> <p>RI: Revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p>

<p>F 1.3</p>	<p>LC RM AT YL</p> <p>115 15 e_{AT} 15</p>	
<p>F 1.4</p>	<p>LC RM SP AT YL</p> <p>115 15 e_{AT} 15</p>	<p>LC: Fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)</p> <p>RM: Revestimiento intermedio</p> <p>C: Cámara de aire no ventilada</p> <p>SP: Separación de 10mm.</p> <p>AT: Aislante no hidrófilo</p>
<p>F 1.5</p>	<p>LC AT LH RI</p> <p>240 e_{AT} 70 15</p>	<p>LH: Fábrica de ladrilla hueco</p> <p>RI: Revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p>
<p>F 1.6</p>	<p>LC C AT LH RI</p> <p>240 30 e_{AT} 70 15</p>	<p>YL: Placa de yeso laminado</p>

	<p>F 1.7</p>	<p>LC AT YL</p> <p>240 e AT 15</p>	<p>LC: Fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)</p> <p>RM: Revestimiento intermedio</p> <p>C: Cámara de aire no ventilada</p> <p>SP: Separación de 10mm.</p> <p>AT: Aislante no hidrófilo</p> <p>LH: Fábrica de ladrilla hueco</p>
<p>FABRICA CON REVESTIMIENTO CONTINUO, SIN CÁMARA O CON CÁMARA DE AIRE NO VENTILADA</p>	<p>F 3.1</p>	<p>RE LC AT LH RI</p> <p>>15 115 e AT 70 15</p>	<p>RI: Revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p> <p>YL: Placa de yeso laminado</p> <p>RE: Revestimiento exterior continuo</p>
	<p>F 3.2</p>	<p>RE LC C AT LH RI</p> <p>>15 115 30 e AT 70 15</p>	

<p>F 3.3</p>	<p>RE LC AT YL</p> 	<p>LC: Fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)</p>
<p>F 3.4</p>	<p>RE LC SP AT YL</p> 	<p>RM: Revestimiento intermedio</p> <p>C: Cámara de aire no ventilada</p> <p>SP: Separación de 10mm.</p> <p>AT: Aislante no hidrófilo</p> <p>LH: Fábrica de ladrilla hueco</p>
<p>F 3.5</p>	<p>RE LC AT LH RI</p> 	<p>RI: Revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p> <p>YL: Placa de yeso laminado</p> <p>RE: Revestimiento exterior continuo</p>

F 3.6



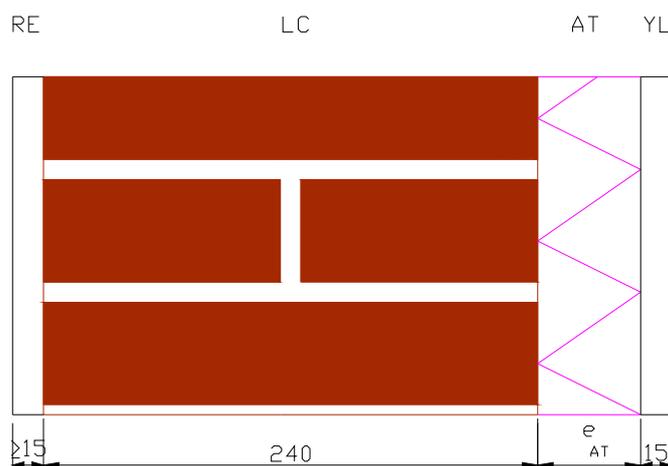
LC: Fábrica de ladrillo cerámico (perforado o macizo)

RM: Revestimiento intermedio

C: Cámara de aire no ventilada

SP: Separación de 10mm.

F 3.7



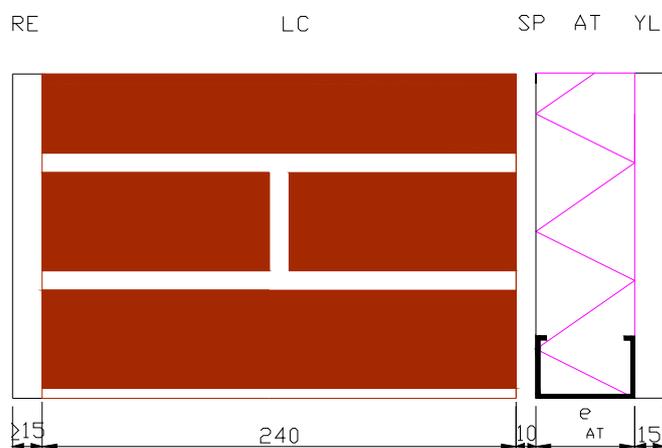
AT: Aislante no hidrófilo

LH: Fábrica de ladrilla hueco

RI: Revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado

YL: Placa de yeso laminado

F 3.8



RE: Revestimiento exterior continuo

1.5. Aspectos reglamentarios y normativa

1.5.1. Marco legislativo para la edificación

- **Directiva Productos de construcción (89/106/CEE)**
- **Ley de Ordenación de la edificación (LOE)**

Directiva Productos de construcción (89/106/CEE)

La directiva de productos de construcción (89/106/CEE) de 21 de diciembre de 1988, traspuesta a derecho interno español por Real Decreto de 29 de diciembre de 1992, y publicado en el BOE con fecha 9 de febrero de 1993.

A partir de esta directiva derivarán las normas armonizadas europeas, así como la obligatoriedad de los marcados CE para que los productos de construcción puedan circular en el contexto comunitario y se eviten barreras técnicas y de otro tipo, en aras de facilitar la libre circulación de mercancías en Europa.

Ley de Ordenación de la edificación (LOE)

La **ley de Ordenación de la Edificación (LOE)** entró en vigor el 6 de mayo del año 2000.

Los **objetivos de la LOE** son:

- Incrementar la calidad de la edificación.
- Asegurar al usuario la idoneidad y calidad de lo compra.
- Regularizar el proceso de la edificación, fijando las obligaciones de los agentes, las responsabilidades y las garantías.

La **LOE** se **estructura** en tres bloques de requisitos básicos para los edificios (artículo 3):

- Los relativos a la **funcionalidad**: Utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación.
- Los relativos a la **seguridad**: Seguridad estructural, seguridad en caso incendio y seguridad de utilización).
- Los relativos a la **habitabilidad**: Higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico.

La **LOE** establece **3 plazos de garantía** (artículo 19):

- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, **durante un año**, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, **durante tres años**, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que incumplan los requisitos de habitabilidad.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, **durante diez años**, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

La **LOE** fija las **obligaciones de todos los agentes, a partir de las cuales se derivan sus responsabilidades**; y deja muy claro que la responsabilidad se exigirá solidariamente cuando no pueda ser atribuida en forma individualizada al responsable del daño o cuando exista concurrencia de culpa.

Es muy importante prevenir, de ahí la importancia de la **PATOLOGÍA PREVENTIVA (apartado 5.3)**, desde el inicio las causas que van a dar origen a los daños de estanqueidad, o al menos minimizar tales riesgos.

1.5.2. Especificación técnica obligatoria. Los reglamentos

Los reglamentos, de obligado cumplimiento y de carácter nacional, que regulan los aspectos técnicos de la construcción de “Cerramientos de fachada de ladrillo”, en la actualidad son los siguientes:

- **El mercado CE para fachadas de ladrillo cerámico**
- **Código Técnico de la Edificación (CTE)**

El mercado CE para fachadas de ladrillo cerámico

El **mercado «CE»**, Certificado Europeo, indica la conformidad de un producto con las obligaciones comunitarias que incumben al fabricante, y que el producto en cuestión cumple las disposiciones comunitarias relativas a su colocación.

Según el **Artículo 5 del CTE**, *Condiciones generales para el cumplimiento del CTE*, en conformidad con el CTE de los productos, equipos y materiales:

Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previo, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, todo ello de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras directivas europeas que le sean de aplicación.

En nuestro caso es importante que se controle la recepción de productos que se utilizan habitualmente en la ejecución de cerramientos de fachada convencionales (ladrillo visto o revestido) y en la intervención de fachadas que no cumplan estanqueidad.

En determinados casos, y con el fin de demostrar su suficiencia, los DB establecen las características técnicas de productos, equipos y sistemas que se incorporen a los edificios, sin perjuicio del marcado CE que les sea aplicable de acuerdo con correspondientes directivas europeas.

Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del **CTE**, podrán ser reconocidos por las administraciones públicas competentes.

El proyecto describirá de modo unitario el edificio en su totalidad y definirá sus obras de ejecución con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.

En particular, y con relación al **CTE**, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumple las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que en su deben realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio.
- Las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado, de conformidad con lo previsto en el **CTE** y demás normativa que sea de aplicación.

En la página web del Colegio de Aparejadores y Arquitectos técnicos de Murcia, www.coatmu.es, existe una tabla actualizada donde nos marca todos los **materiales con marcado CE**.

Código Técnico de la Edificación (CTE)

Según el artículo 1. Objeto dentro del capítulo 1. Disposiciones generales:

El Código Técnico de la Edificación, en adelante CTE, es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de **seguridad y habitabilidad**, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, en adelante LOE.

El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de “seguridad estructural”, “seguridad en caso de incendio”, “seguridad de utilización”, “higiene, salud y protección del medio ambiente”, “protección contra el ruido” y “ahorro de energía y aislamiento térmico”, establecidos en el artículo 3 de la LOE, y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

Los requisitos básicos relativos a la “funcionalidad” y los aspectos funcionales de los elementos constructivos se regirán por su normativa específica.

Las exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

- En cerramientos exteriores de fábrica de ladrillo, los **documentos básicos** que son de obligado cumplimiento, por lo tanto tenemos que conocer son los siguientes:
 - **CTE DB-HS. Salubridad**
 - **CTE DB-HE. Ahorro de energía**
 - **CTE DB-HR. Protección frente al ruido**
 - **CTE DB-SI. Seguridad en caso de incendio**
 - **CTE DB-SE-F. Seguridad estructural fábrica**

Pero el que nos interesa a nosotros ya que estamos hablando de prevención de fallos de estanqueidad es el **documento básico HS, SALUBRIDAD** y dentro de este el **HS 1: PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD**.

Lo referente a **FACHADAS**, ya que al ser de obligado cumplimiento hay que tenerlo en cuenta en el **DISEÑO** (apartado 2.) como en la **CONSTRUCCIÓN** (apartado 3.) de fachadas. **En los diferentes apartados del TFC haremos referencia a las exigencias del CTE y a sus detalles constructivos.**

El control de la ejecución lo he tratado en el Apartado 4.4.

Además, en el **artículo 13** del CTE (normativa de obligado cumplimiento) “Exigencias básicas de Salubridad (HS)”, en el **13.1. Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad**, dice que se limitará el riesgo previsible de presencia de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus **cerramientos** como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Según el **CTE** en lo relativo a **cerramientos en contacto con el aire exterior** (fachadas), dentro de la sección HS.1. Protección frente a la humedad, se debe cumplir lo siguiente:

- Las condiciones de diseño del apartado 2 relativas a los elementos constructivos:
 - c) fachadas:
 - Las características de las fachadas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.3.1.
 - Las características de los puntos singulares de las mismas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.3.
- Cumplimiento de las condiciones de dimensionado del apartado 3 relativas a las canaletas de recogida del agua filtrada en los muros parcialmente estancos.
- Cumplimiento de las condiciones relativas a los productos de construcción del apartado 4.
- Cumplimiento de las condiciones de construcción del apartado 5.
- Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 6.

1.5.3. Especificación técnica voluntaria. Las normas

Las normas son documentos de referencia, de aplicación voluntaria. Estas pueden ser referenciadas en el proyecto, a través de la selección voluntaria del proyectista o mencionadas en un reglamento. En cualquier caso, a la hora de la ejecución, las normas se convierten en documentos de obligatoria observancia.

Por lo que todos los intervinientes en la obra (según la LOE) deberán conocer el panorama normativo voluntario de aplicación al proceso de construcción.

Hay dos tipos de normas de carácter nacional en la actualidad que nos pueden servir como referencia en la ejecución de las **“Fachadas de fábrica de ladrillo”**:

- **Normas Tecnológicas de la Edificación NTE**
- **Normas UNE**

Normas Tecnológicas de la Edificación NTE

Las NTE de interés para **la ejecución** de Fachadas de fábrica de ladrillo serán:

NTE-F FACHADAS
FF DE FÁBRICA DE LADRILLO

Ámbito de aplicación: Cerramientos, muros resistentes y de arriostramiento de fábrica de ladrillo cerámico.

Por lo tanto como la fachada es un cerramiento de fábrica de ladrillo será de aplicación voluntaria u obligatoria la citada norma tecnológica.

Normas UNE

Las normas, pueden ser especificadas en el Pliego de Condiciones del proyecto o en reglamentos de obligado cumplimiento que afectan a nuestra partida de obra (como el CTE). Estas normas afectan a los productos intervinientes en el proceso de ejecución de los cerramientos de fábrica de ladrillo.

Las que nos interesan son las Normas UNE, de interés para la ejecución de los “Cerramientos de fachada de fábrica de ladrillo”, para poder de esta forma ejecutar fachadas estancas.

- **INFORME: UNE 41805-10 IN. Diagnóstico de edificios**

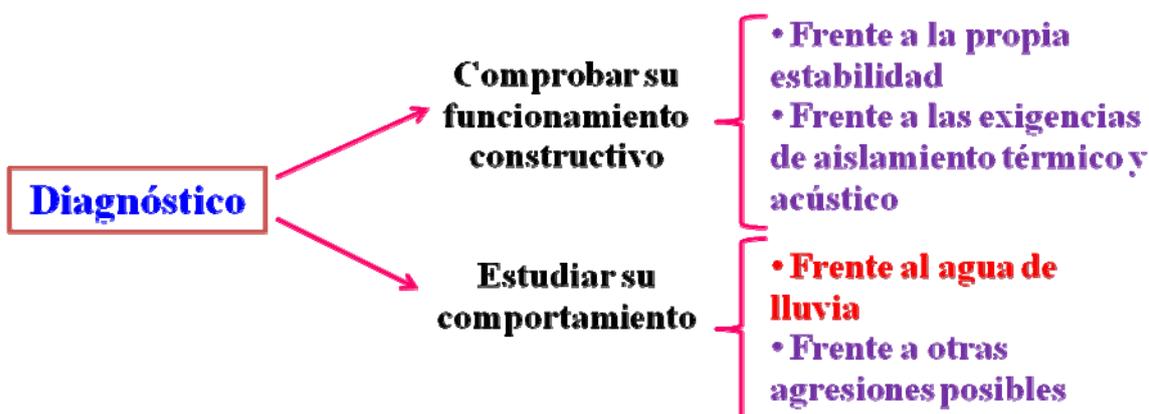
Parte 10. Estudio patológico del edificio: Fachadas no estructurales

En cuanto a mantenimiento y conservación de edificios nos interesa conocer esta norma UNE.

Los temas de los que trata la norma son:

- Objeto y campo de aplicación
 - Términos y definiciones
 - Tipología de fachadas
 - Patología y toma de datos
 - Bibliografía
-
- Objeto y campo de aplicación

Objeto: Establecer las pautas para el diagnóstico de todos aquellos cerramientos de fachada que **no** tienen función estructural.



CAPÍTULO 2. PREVENCIÓN DE FALLOS DESDE EL PROYECTO

Si se siguen las **condiciones de diseño de las fachadas según el CTE**, se pueden prevenir los fallos de estanqueidad desde el proyecto.

2.1. Condiciones de diseño de fachadas según el CTE

Como ya hemos dicho antes en el apartado 1.5., según el **CTE** en lo relativo a **cerramientos en contacto con el aire exterior** (fachadas), dentro de la sección **HS.1. Protección frente a la humedad**, se debe cumplir lo siguiente:

- Las **condiciones de diseño del apartado 2** relativas a los elementos constructivos:
 - c) fachadas:**
 - Las características de las fachadas deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.3.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.3.1.

Por lo tanto si hacemos un resumen del CTE, de esta parte que nos interesa:

- Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva* en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del *grado de impermeabilidad* se obtienen en la tabla de la **figura 9**. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

GRADO DE IMPERMEABILIDAD	Con revestimiento exterior				Sin revestimiento exterior							
	≤1	R1 + C1 ⁽¹⁾				C1 ⁽¹⁾ + J1 + N1						
≤2	B1+C1 +J1+N1					C2+H1 +J1+N1		C2+J2+N 2		C1 ⁽¹⁾ +H1 +J2+N2		
≤3	R1 + B1 + C1		R1 + C2		B2+C1 +J1+N1		B1+C2+H1 +J1+N1		B1+C2 +J2+N2		B1+C1+H1 +J2+N2	
≤4	R1+B2 +C1		R1+B1 +C2		R2+C1 ⁽¹⁾		B2+C2 +H1+J1+N1		B2+C2+J2 +N2		B2+C1+H1 +J2+N2	
≤5	R3+ C1		B3+C1		R1+ B2 +C2		R2+B1 +C1		B3+C1			

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2

Figura 9. Condiciones de las soluciones de fachada

- 2) A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos. En cada bloque el número de la denominación de la condición indica el nivel de prestación, el número mayor corresponde a una prestación mejor, por lo que cualquier condición puede sustituir en la tabla a las que tengan el número de denominación más pequeño de su mismo bloque.

R) Resistencia a la filtración del *revestimiento exterior*:

R1 El *revestimiento exterior* debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes revestimientos:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada.
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - *Permeabilidad al vapor* suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la *hoja principal*.
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración.
 - Cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la hoja principal, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- Revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
 - De piezas menores de 300 mm de lado.
 - Fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - Disposición en la cara exterior de la *hoja principal* de un enfoscado de mortero.
 - Adaptación a los movimientos del soporte.

R2 El *revestimiento exterior* debe tener al menos una resistencia alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados mecánicamente dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas.

R3 El *revestimiento exterior* debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes revestimientos:

- Revestimientos continuos de las siguientes características:
 - Estanqueidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo.
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - *Permeabilidad al vapor* suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la *hoja principal*.
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo.
 - Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

- Revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
 - Escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro).
 - Lamas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (lamas de madera, metal).
 - Placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal).
 - Sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar.

- *Aislante no hidrófilo* colocado en la cara interior de la *hoja principal*.

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- Cámara de aire sin ventilar y *aislante no hidrófilo* dispuestos por el interior de la *hoja principal*, estando la cámara por el lado exterior del aislante.
- *Aislante no hidrófilo* dispuesto por el exterior de la *hoja principal*.

B3 Debe disponerse una barrera de resistencia muy alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes:

- Una *cámara de aire ventilada* y un *aislante no hidrófilo* de las siguientes características:
 - La cámara debe disponerse por el lado exterior del aislante.
 - Debe disponerse en la parte inferior de la cámara un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada a la misma (véase el **apartado 2.3.3.5 del CTE**).
 - El espesor de la cámara debe estar comprendido entre 3 y 10 cm.
 - Deben disponerse aberturas de ventilación cuya área efectiva total sea como mínimo igual a 120 cm² por cada 10 m² de paño de fachada entre forjados repartidas al 50% entre la parte superior y la inferior. Pueden utilizarse como aberturas rejillas, llagas desprovistas de mortero, juntas abiertas en los revestimientos discontinuos que tengan una anchura mayor que 5 mm u otra solución que produzca el mismo efecto.
- Revestimiento continuo intermedio en la cara interior de la *hoja principal*, de las siguientes características:
 - Estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo.
 - Adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad.
 - Permeabilidad suficiente al vapor para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la *hoja principal*.
 - Adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y

con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo.

- Estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.

C) Composición de la *hoja principal*:

C1 Debe utilizarse al menos una *hoja principal* de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente.
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

C2 Debe utilizarse una *hoja principal* de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista *revestimiento exterior* o cuando exista un *revestimiento exterior discontinuo* o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

H) Higroscopicidad del material componente de la *hoja principal*:

H1 Debe utilizarse un material de *higroscopicidad* baja, que corresponde a una fábrica de:

- Ladrillo cerámico de *absorción* $\leq 10\%$, según el ensayo descrito en UNE 67027:1984.
- Piedra natural de *absorción* $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755:2002.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la *hoja principal*:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- Sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja.
- Juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta.
- Cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntado de un mortero más rico.

Véase **apartado 5.1.3.1 del CTE**, para condiciones de ejecución relativas a las juntas.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la *hoja principal*:

N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

CAPÍTULO 3. PREVENCIÓN DE FALLOS DURANTE LA EJECUCIÓN

3.1 Ejecución de fachadas en cumplimiento del CTE. Control de ejecución

3.1.1. Condiciones de construcción según CTE

Como ya hemos dicho antes en el apartado **1.5.**, según el **CTE** en lo relativo a **cerramientos en contacto con el aire exterior (fachadas)**, dentro de la sección **HS.1. Protección frente a la humedad**, se debe cumplir lo siguiente:

- Cumplimiento de las **condiciones de construcción del apartado 5.**

En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el **artículo 6 de la parte I del CTE.**

Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán:

- con sujeción al proyecto,
- a la legislación aplicable,
- a las normas de la buena práctica constructiva
- y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE.

En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.

Fachadas

- **Condiciones de la *hoja principal***
 - Cuando la *hoja principal* sea de ladrillo, deben sumergirse en agua brevemente antes de su colocación.

- Cuando se utilicen juntas con resistencia a la filtración alta o moderada, el material constituyente de la hoja debe humedecerse antes de colocarse.
 - Deben dejarse *enjarjes* en todas las hiladas de los encuentros y las esquinas para trabar la fábrica.
 - Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los pilares, el anclaje de dicha hoja a los pilares debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los pilares.
 - Cuando la *hoja principal* no esté interrumpida por los forjados el anclaje de dicha hoja a los forjados, debe realizarse de tal forma que no se produzcan agrietamientos en la misma. Cuando se ejecute la *hoja principal* debe evitarse la adherencia de ésta con los forjados.
- **Condiciones del revestimiento intermedio**
 - Debe disponerse adherido al elemento que sirve de soporte y aplicarse de manera uniforme sobre éste.
- **Condiciones del aislante térmico**
 - Debe colocarse de forma continua y estable.
 - Cuando el *aislante térmico* sea a base de paneles o mantas y no rellene la totalidad del espacio entre las dos hojas de la fachada, el *aislante térmico* debe disponerse en contacto con la hoja interior y deben utilizarse elementos separadores entre la hoja exterior y el aislante.
- **Condiciones de la cámara de aire ventilada**
 - Durante la construcción de la fachada debe evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire y en las llagas que se utilicen para su ventilación.
- **Condiciones del revestimiento exterior**
 - Debe disponerse adherido o fijado al elemento que sirve de soporte.
- **Condiciones de los puntos singulares**
 - Las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

3.1.2. Control de ejecución según el CTE

El control de la ejecución de las obras se realizará:

- de acuerdo con las especificaciones del proyecto,
- sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra
- y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el **artículo 7.3 de la parte I del CTE** y demás normativa vigente de aplicación.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.

Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.

3.2 Tratamiento de los puntos singulares de la fachada según el CTE

Es necesario un apartado entero para las **condiciones de los puntos singulares de la fachada** que establece el **CTE**.

Los **detalles constructivos deben estar adecuadamente proyectados y ejecutados en obra, ya que su mal diseño y ejecución puede producir fallos en la estanqueidad de fachadas**. Hoy en día en el mercado encontramos sistemas y materiales novedosos que ayudan a resolver los encuentros de estos elementos con la fachada.

Pero, las nuevas modas y la tendencia actual a líneas rectas diseñan fachadas con problemas. Por ejemplo, al quitarse los voladizos de cubiertas inclinadas, por la tendencia actual a construir cubiertas planas hay que cuidar la ejecución de las albardillas (remate superior petos cubierta), tanto en el diseño en el que se piensen con goterón-vierteaguas como en la ejecución que se juntee la unión de estos, ya que de lo contrario se produciría el la típica mancha de humedad por lavado diferencial del agua de lluvia. En la **fotografía 10** siguiente, podemos ver una fachada con manchas de suciedad por lavado diferencial, en las que la causa es la no colocación de un vierteaguas, en el remate del balcón, adecuado con su goterón.



Figura 10. Manchas de suciedad por lavado diferencial. Edificio plurifamiliar en La Flota Murcia.

Por lo tanto, **para que un cerramiento sea estanco todos los elementos que la componen lo tienen que hacer estanco**. De ahí la importancia, de que se cuide al máximo tanto el diseño como la técnica constructiva de estos elementos auxiliares.

Un ejemplo sería, cuando entra agua en una ventana, está tiene que ser rápidamente evacuada sin llevar a humedecer las zonas interiores del edificio.

Por lo tanto vamos a estudiar ***la forma adecuada de proyectar y ejecutar los puntos singulares para que nuestra fachada no tenga problemas.***

Hay que tomar como partida las condiciones de los puntos singulares tomando según el **documento básico HS, SALUBRIDAD** y dentro de este el **HS 1: PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD.**

Dentro del **apartado 2.3. Diseño de fachadas**, aparece el **punto 2.3.3. Condiciones de los puntos singulares**, donde aparecen las observaciones a tener en cuenta cuando se diseña una fachada.

También dentro del **apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas**, aparece el punto **5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**, donde se establecen las consideraciones a tener en cuenta en la ejecución de las fachadas.

Por lo que, dada la importancia de los puntos singulares, como puntos críticos que son, vamos a ver todo lo que establece el **CTE** (Código técnico de la edificación). He repasado lo que ya establecían las **NTE** (Normas Tecnológicas de la edificación) y es lo mismo que establece el **CTE**, pero el **CTE** aporta cosas nuevas y mejora las **NTE**.

Vamos a estudiar, siguiendo el mismo índice del **CTE** los siguientes puntos singulares:

- **Juntas de dilatación**
- **Arranque de la fachada desde la cimentación**
- **Encuentros de la fachada con los forjados**
- **Encuentros de la fachada con los pilares**
- **Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles.**
- **Encuentro de la fachada con la carpintería**
- **Antepechos y remates superiores de las fachadas**
- **Anclajes a la fachada**
- **Aleros y cornisas**

- **Juntas de dilatación**

Hay que tener especial cuidado: Ya que hay que respetar las juntas de dilatación de la estructura, además de disponer juntas propias de dilatación del cerramiento.

Tiene alto **riesgo de entrada de agua de lluvia** por las siguientes razones.

- Por efecto combinado agua-viento.
- Por movimientos de las juntas de dilatación estructurales, ya que son juntas vivas. Por lo que, deben tener un mantenimiento y cuando sea necesario, hay que limpiarlas y volver a sellarlas.

Los cerramientos de fachada deben respetar siempre las juntas estructurales en toda la altura. Ya que de lo contrario se producirá una grieta donde debería estar la junta y se introducirá el agua de lluvia. En la **figura 11**, podemos ver una junta de dilatación mal respetada, ya que se abre una grieta alrededor por donde puede entrar agua.



Figura 11. Juntas de dilatación mal respetada en el revestimiento exterior. Fachada de ladrillo revestido de monocapa en edificio plurifamiliar. Avenida de Europa (Murcia)

- **CTE: Apartado 2.3. Diseño de fachadas. 2.3.3. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE, en cuanto al diseño establece 3 exigencias:

1ª) Se deben disponer **juntas de dilatación, propias del cerramiento, en la hoja principal** del cerramiento y que la distancia entre contiguas sea como máximo la de la siguiente tabla (**figura 12**). También, la junta estructural debe coincidir con una de estas (ver **figura 12**).

Material componente de los elementos de la fábrica	Distancia máxima entre juntas verticales de dilatación de la hoja principal en m
Arcilla cocida	12
Silicocalcáreos	8
Hormigón	6
Hormigón celular curado en autoclave	6
Piedra natural	12

Figura 12. Distancia entre juntas de dilatación

2ª) En dichas juntas de la hoja principal debe colocarse un relleno de introducido en la junta y un sellante sobre este (ver **figura 14**).

Estos rellenos y sellantes deben cumplir lo siguiente (ver **figura 13**):

- Ser materiales que tengan una elasticidad y adherencia suficientes para absorber los movimientos previstos de la hoja.
- Ser impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos.
- Profundidad del sellante ≥ 1 cm. Relación espesor y anchura debe estar entre 0,5 y 2.
- En fachadas enfoscadas: Debe enrasarse con el paramento de la hoja principal sin enfoscar (ver **figura 13**).
- Cuando se utilicen chapas metálicas deben cubrir ambos lados de la junta 5cm. como mínimo, deben estar fijadas mecánicamente y selladas en los extremos (ver **figura 13**).

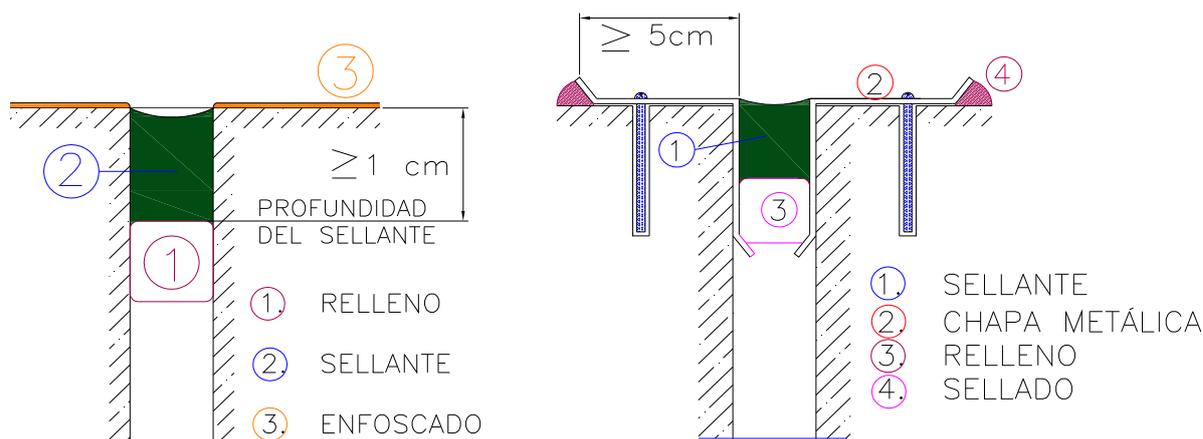


Figura 13. Ejemplo de juntas de dilatación



Figura 14. Junta de dilatación respetada en el cerramiento. Fachada de ladrillo visto en edificio plurifamiliar. La Flota. Murcia

3ª) En el revestimiento exterior (en el caso de fachadas revestidas) deben respetarse las juntas de dilatación y además estar previsto de las suficientes juntas propias de dilatación (ver **figura 15**) de manera que la distancia entra juntas sea suficiente para evitar el agrietamiento.



Figura 15. Juntas propia de dilatación del revestimiento exterior. Fachada de ladrillo revestido de monocapa en edificio plurifamiliar. Barrio del Progreso. Murcia

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

En cuanto a ejecución el **CTE** lo único que establece es que las juntas de dilatación deben ejecutarse aplomadas y deben dejarse limpias para la aplicación del relleno y del sellado.

- **Arranque de la fachada desde la cimentación**

Es muy importante que se tenga especial cuidado con el arranque de la fachada desde la cimentación por las siguientes razones:

- **Entrada del agua de lluvia** a través de los materiales sobre los que se asienta el cerramiento. Las fachadas se apoyan sobre la cimentación edificios o en intermedios entre ambos.
- **En el arranque el agua** que puede afectar suele proceder de las filtraciones originadas en la sùbase del edificio que luego por capilaridad ascienden.

La entrada de agua debe evitarse mediante la disposición de bandas estancas o barreras impermeables definidas en el **CTE**.

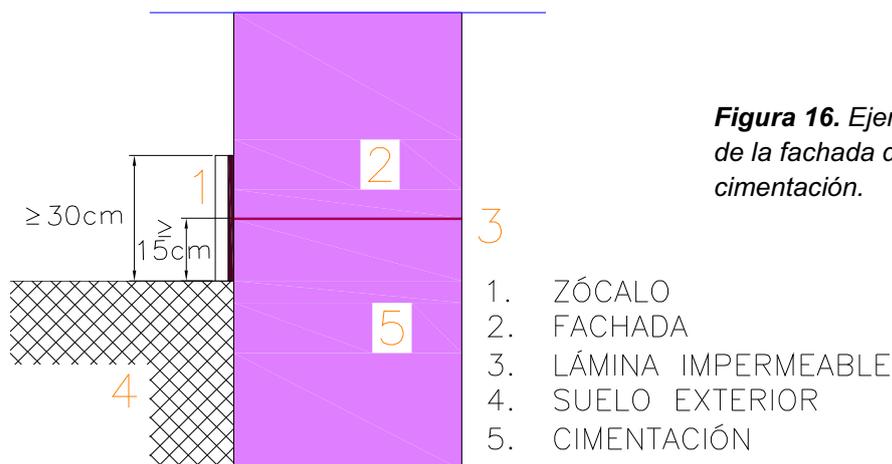
El agua de lluvia cuando llega al plano horizontal ya sea una acera o un balcón rebota y **salpica** la fachada, según cuál sea la naturaleza de la fachada en el zócalo de la misma, esta se comportará de diferente manera respecto a este agua.

Se deben evitar ya desde el diseño cumpliendo lo que nos marca el **CTE**.

- **CTE: Apartado 2.3. Diseño de fachadas. 2.3.3. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece tres exigencias:

1ª) Hay que colocar una barrera impermeable en todo el espesor de la fachada a más de 15cm por encima del nivel del suelo (ver **figura 16**) para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptar otra solución que produzca el mismo efecto.



2ª) Para proteger contra salpicaduras en una fachada constituida de material poroso o revestimiento poroso el zócalo debe cumplir lo siguiente:

- Ser de un material cuyo coeficiente de succión < 3 por 100.
- > 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior (ver **figura 16**)
- Que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada.
- Estar sellada la unión con la fachada en su parte superior o adoptar otra solución que produzca el mismo efecto.

Aquí podemos ver una buena solución de zócalo exterior (**figura 17**). Se ha dispuesto un zócalo de piedra natural con coeficiente de succión inferior al 3 por 100, con más de 30cm de altura sobre el nivel del suelo exterior.

Figura 17. Fachada de vivienda unifamiliar. Santomera. Murcia



3ª) Cuando no sea necesario el zócalo se cumplirá lo siguiente:

- El remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2. (Documento básico de salubridad del **CTE**) o disponiendo un sellado.

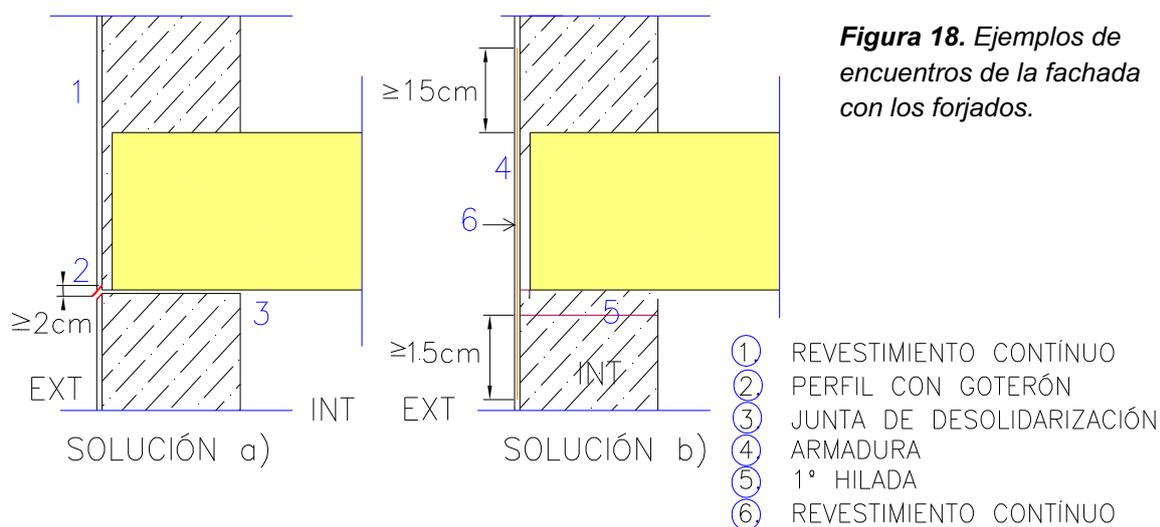
- **Encuentros de la fachada con los forjados**

Hay que cuidar los encuentros de la fachada con los forjados tanto en el diseño como en la ejecución ya que si no se ejecutan bien es un punto débil de entrada de agua por filtración.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece cuatro exigencias:

1ª) Cuando la hoja principal de la fachada esté interrumpida por los forjados y se tenga un revestimiento exterior continuo debe adoptarse una de estas dos soluciones (ver **figura 18**):

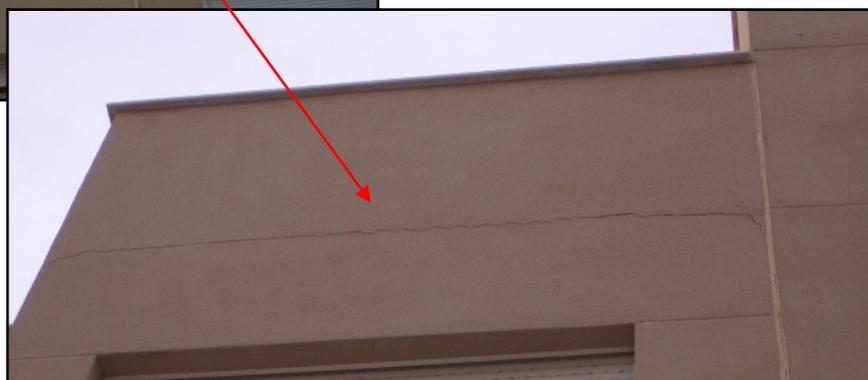


- **Solución a):** Junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos, dejando una holgura de 2cm que después de la retracción de la hoja principal se rellenará con material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón.
- **Solución b):** Refuerzo del revestimiento exterior con armaduras a lo largo del forjado que sobrepasen el forjado 15cm por encima y 15cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

En estas fotografías (**figura 19**) podemos ver el encuentro del forjado y el cerramiento de fachada mal resuelto ya que se ha marcado una fisura donde es posible que se filtre agua de lluvia.



Figura 19. Fachada de ladrillo revestida con mortero monocapa. Avenida de Europa. Murcia



2ª) Cuando en otros casos se disponga de una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

3ª) Cuando el paramento exterior de la hoja principal sobresalga del borde del forjado: El vuelo < $1/3$ del espesor de dicha hoja.

4ª) Cuando el forjado sobresalga del plano exterior de la fachada debe tener una pendiente como mínimo de 10° para evacuar el agua y debe disponerse un goterón en el borde del mismo (ver **figura 20**).

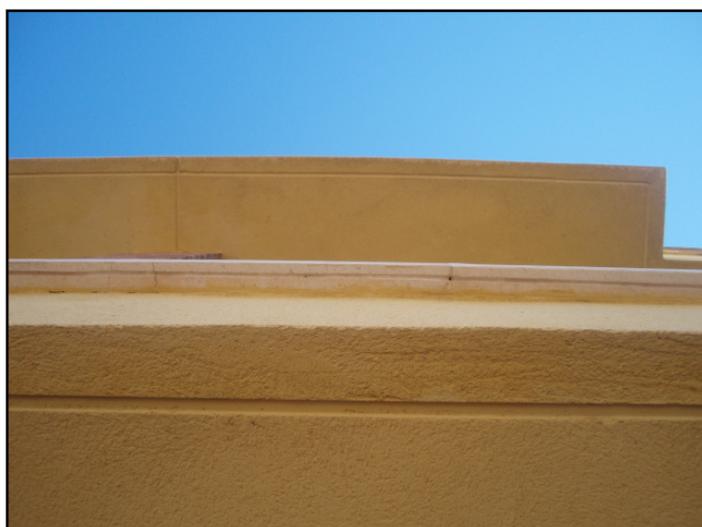


Figura 20. Goterones en bordes de forjado. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas. Murcia

- **Encuentros de la fachada con los pilares**

Hay que tener especial cuidado como ya hemos dicho antes en los encuentros con la estructura y los cerramientos. Ya que al ser materiales con diferente dilatación en sus encuentros si la fábrica es débil o se hacen encuentros muy rígidos (solidarización fábrica-estructura) se puede producir la fisuración de la fábrica. Una fábrica fisurada es un punto conflictivo de filtración de agua de lluvia. El **CTE** nos marca muy bien lo que tenemos que tener en cuenta.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece dos exigencias:

1ª) Hoja principal interrumpida por los pilares y fachada con revestimiento continuo: Este revestimiento se debe reforzar con armaduras dispuestas a lo largo del pilar que sobrepasen 15cm por ambos lados.

2ª) Hoja principal interrumpida por los pilares y piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares: Se dispondrá de una armadura o cualquier solución que produzca el mismo efecto para conseguir la estabilidad de estas piezas (ver **figura 21**).

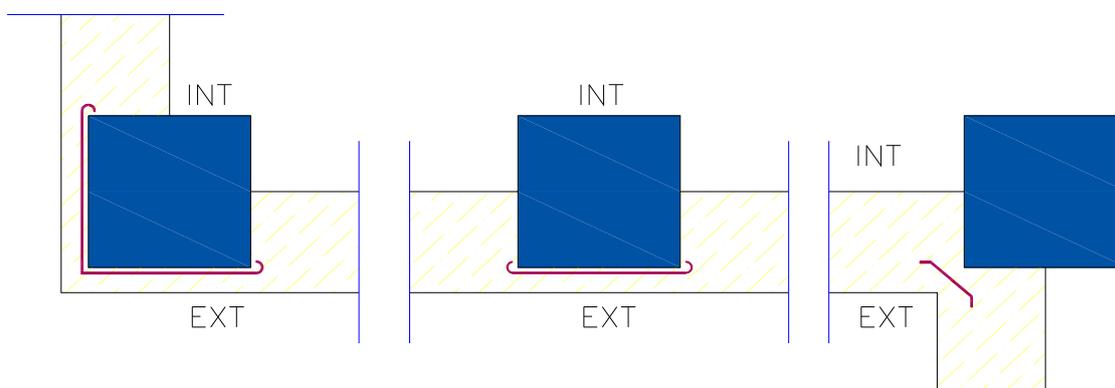


Figura 21 Ejemplo de encuentro de la fachada con los pilares

- **Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles**
- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece tres exigencias:

1ª) Cámara interrumpida por un forjado o un dintel: Debe disponerse de un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.

2ª) El sistema de recogida de agua debe cumplir lo siguiente:

- Elemento continuo impermeable: Lámina, perfil especial, etc.
- Se debe disponer a lo largo del fondo de la cámara.
- Tiene que tener inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10cm del fondo y al menos 3cm por encima del punto más alto del sistema de evacuación (ver **figura 22**).
- Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

3ª) Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:

- Conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados como máximo 1,5m (ver **figura 22**)
- Conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas como máximo 1,5m, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.

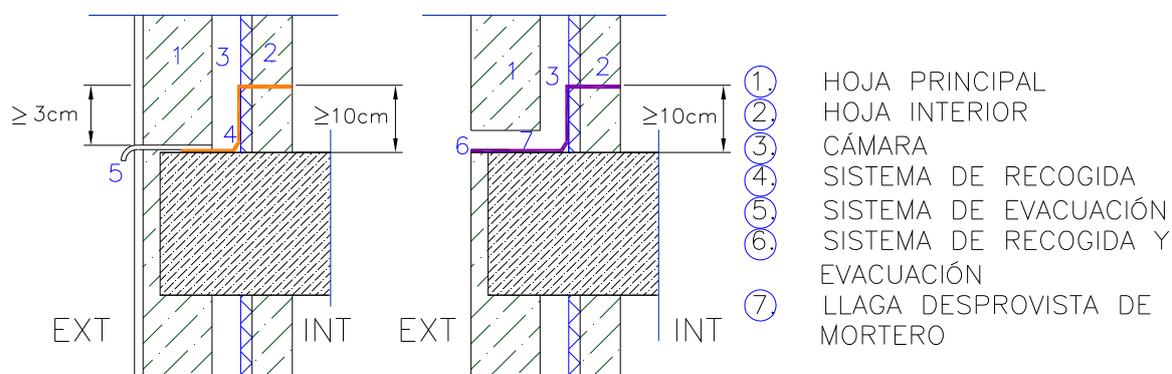


Figura 22. Ejemplo de encuentro de la cámara con los forjados

- **Encuentro de la fachada con la carpintería**

Son puntos delicados desde el punto de vista de la estanqueidad al agua de lluvia. Pero el CTE intenta ayudarnos a resolverlo.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece cinco exigencias:

1ª) Grado de impermeabilidad exigido = 5 y carpinterías retranqueadas respecto al paramento exterior de la fachada: Las carpinterías deben llevar precerco y debe colocarse una barrera impermeable en las jambas entre la hoja principal y el precerco, o en su caso el cerco, prolongada 10cm hacia el interior del muro (ver **figura 23**).

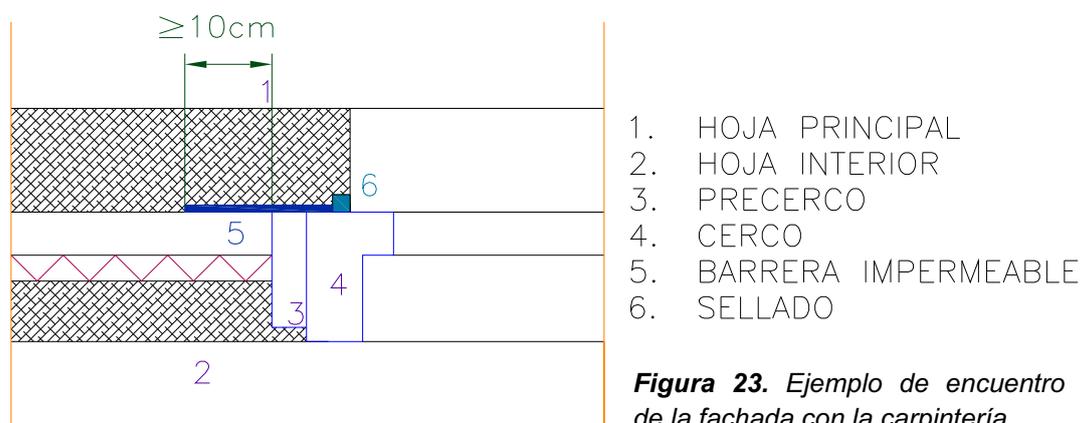


Figura 23. Ejemplo de encuentro de la fachada con la carpintería

2ª) Junta entre cerco y muro: sellada con cordón introducido en el muro encajado entre dos bordes paralelos.

3ª) Carpintería retranqueada de la fachada: Alfeizar con vierteaguas y dintel con goterón o soluciones que produzcan los mismos efectos (evitar entrada agua de lluvia).

4ª) El Vierteaguas debe cumplir lo siguiente:

- Pendiente hacia el exterior: mínimo 10°.

- Impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro (que sobresalga por detrás y ambos lados, pendiente mín.10°).
- Tener goterón (ver **figura 25**) en la cara inferior saliente, separado de la fachada 2cm y estar entregada en la jamba mínimo 2cm (ver **figura 24**).

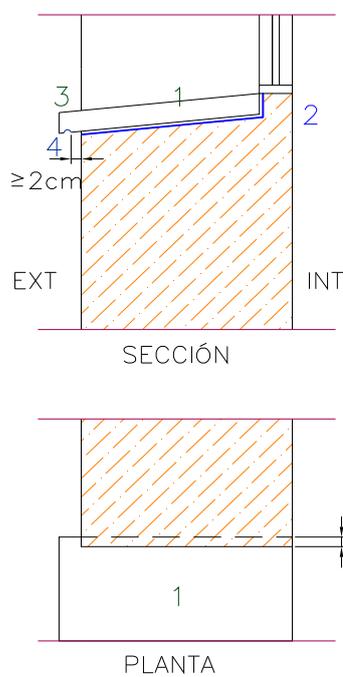


Figura 24. Ejemplo de vierteaguas

1. VIERTEAGUAS
2. BARRERA IMPERMEABLE
3. PENDIENTE HACIA EL EXTERIOR
4. GOTERÓN

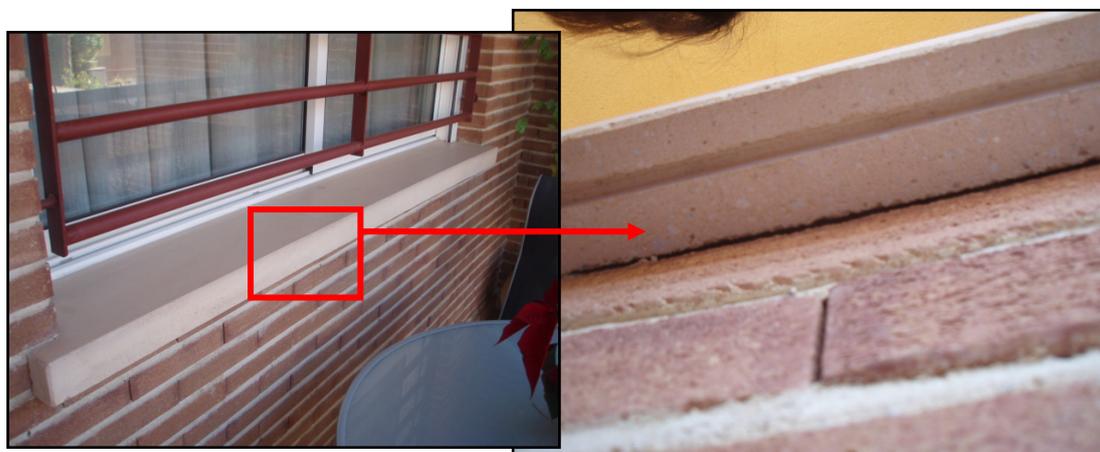


Figura 25. Goterón en la zona inferior de vierteaguas de ventana. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas. Murcia

5ª) La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ellas un puente hacia la fachada.

- **Antepechos y remates superiores de las fachadas**

Los petos y remates superiores son las zonas del edificio más fuertemente azotadas por la lluvia, requieren especial atención en su diseño y ejecución.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece dos exigencias:

1ª) Los antepechos deben cumplir lo siguiente (ver **figura 26**):

- Rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia y evitar que toque la fachada inmediatamente inferior.
- De lo contrario se adoptará otra solución que produzca el mismo efecto.

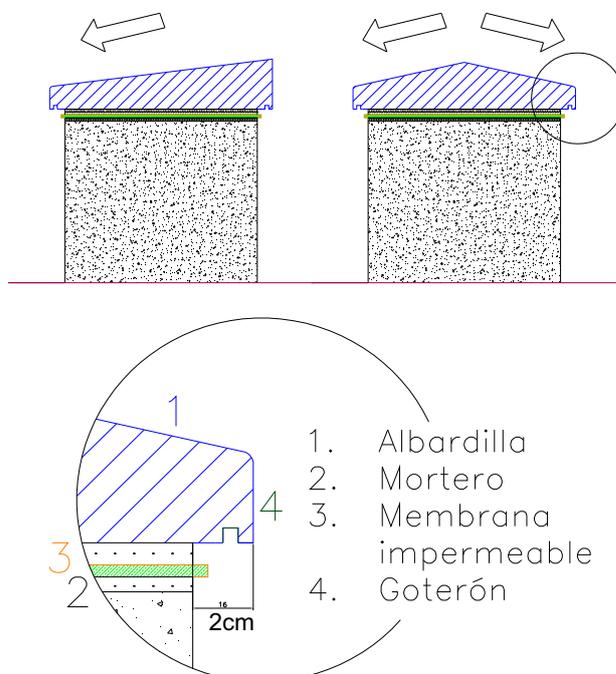


Figura 26.
Ejemplo de albardilla en antepecho de cubierta.



Figura 27. Antepecho de terraza plana con albardilla con goterón en los 2 salientes.
Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas. Murcia

2ª) Las albardillas deben cumplir lo siguiente (ver **figura 26**):

- Inclinación mínima 10°.
- Tener goterones en cara inferior de los salientes (ver **figuras 27**).
- Sus goterones estarán separados de los antepechos 2cm.
- Ser impermeables o disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior mín.10°.
- Tener juntas de dilatación cada 2 piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 metros cuando sean cerámicas.
- Las juntas entre albardillas deben ser impermeables con un sellado adecuado.

- **Anclajes a la fachada**

Los anclajes que pueden haber en una fachada como: barandillas, carteles, luminarias, antenas, etc., normalmente son puntos débiles de entrada de agua de lluvia. Por eso el **CTE** nos establece las condiciones de ejecución.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece una exigencia:

1ª) Anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles realizados en un plano horizontal de la fachada.

Debe cumplir lo siguiente:

- La junta entre el anclaje y la fachada estanca.
- La junta será con sellado, elemento de goma, pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

- **Aleros y cornisas**

La protección de la fachada aportada por cornisas (**figura 27**) y aleros es inversamente proporcional a la altura del edificio en virtud de la inclinación de la lluvia impulsada por el viento y a la existencia o no de goterones o canalones.

Figura 27.
Ejemplo de cornisa de cubierta.



Por lo hay que tener especial cuidado a la hora de diseñarlos y ejecutarlos, cumpliendo por supuesto el **CTE**.

- **CTE: Apartado 5.1.3. Ejecución de fachadas. 5.1.3.6. Condiciones de los puntos singulares**

El CTE establece tres exigencias:

1ª) Los aleros y cornisas de constitución continua deben tener pendiente, hacia el exterior para evacuar agua, de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20cm del plano de la fachada deben cumplir lo siguiente:

- Ser impermeables o estar protegidos superiormente con barrera impermeable.
- Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba 15cm como mínimo.
- Tener goterón en borde inferior exterior para evitar que el agua de lluvia toque la fachada.

2ª) Si no se puede cumplir adoptar otra solución que produzca el mismo efecto.

3ª) La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ellas un puente hacia la fachada.

3.3. Control de obra terminada

- **Control de la obra terminada según CTE**

En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.

- **En algunas comunidades autónomas se establecen las siguientes pruebas:**

COMUNIDAD VALENCIANA

El Decreto de Control de Calidad de la Comunidad Valenciana (LC-91) establece la obligatoriedad de realizar una prueba de escorrentía conjunta para los cerramientos y las carpinterías exteriores, en caso de que las obras cumplan con una o varias de las siguientes características:

- Edificación de más de 12 viviendas.
- Situación expuesta a viento, según la NBE-AE-88 (ya derogada, luego según CTE).
- Altura del edificio superior a 30 m.

La LC-91 describe esta prueba de la siguiente forma: Estanqueidad de paños de fachada al agua de escorrentía, conjuntamente para cerramientos y carpinterías exteriores.

Hay laboratorios especializados en esta comunidad autónoma que realizan estas pruebas de servicio de estanqueidad de fachadas y cerramientos exteriores.

- **Procedimientos de obra:**

Dentro de los programas del Plan de Calidad de la Vivienda y Edificación de la Comunidad Valenciana se encuentra el Programa de Procedimientos de Obra. Los procedimientos de pruebas de servicio de edificación han sido desarrollados, entre otras actividades, dentro del citado programa, ante la necesidad de disponer de métodos unificados que puedan satisfacer las exigencias del Libro de Control (LC-91) y probar la idoneidad de los elementos o instalaciones en fase de ejecución o en obra acabada.

- **Objeto de las pruebas finales:**

Se trata de un control de carácter eminentemente correctivo que tiene por objeto verificar, tras la prueba, la existencia o no de humedades en la cara interior del cerramiento, así como detectar, antes de la entrega al usuario, la posible presencia de defectos de cualquier índole en el conjunto formado por el cerramiento y la carpintería.

CAPÍTULO 4. MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Como ya hemos dicho antes en el apartado 1.5., según el CTE en lo relativo a **cerramientos en contacto con el aire exterior (fachadas)**, dentro de la sección **HS.1. Protección frente a la humedad**, se debe cumplir lo siguiente:

- Cumplimiento de las **condiciones de mantenimiento y conservación del apartado 6 (CTE)**.

Por lo tanto si hacemos un resumen del CTE, de esta parte que nos interesa:

Deben realizarse las **operaciones de mantenimiento**, que se indicarán en el cuadro siguiente, y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	AÑOS
COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Inspección revestimiento exterior : Posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas .	Cada 3 años
Inspección de los puntos singulares .	Cada 3 años
Inspección de la posible existencia de grietas y fisuras, desplomes u otras deformaciones en la hoja principal .	Cada 5 años
Inspección del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara .	Cada 10 años

Podemos establecer entonces el siguiente ciclo de inspección:



CAPÍTULO 5. PATOLOGÍA, CAUSAS Y PREVENCIÓN

Muy a nuestro pesar, la edificación no es tan perfecta como nos gustaría, y ya sea por causas extrínsecas o intrínsecas a la misma, los edificios a lo largo de su vida útil pueden sufrir lesiones en su total o en alguna de sus unidades. La *Patología Constructiva de la Edificación* es la ciencia que estudia estos problemas constructivos que pueden aparecer en el edificio (o en alguna de sus unidades) después de su ejecución. Por lo que, para atacar un problema constructivo deberemos diagnosticarlo, es decir, conocer su proceso, su origen, sus causas, su evolución, sus síntomas y su estado actual. Este conjunto de aspectos del problema, es lo que llamaremos el *proceso patológico*, y su diagnóstico es lo que nos permitirá establecer, tanto la estrategia de reparación como las hipótesis de la prevención.

Por lo que, conociendo profundamente los daños que aparecen y las causas que producen fallos en la estanqueidad de las fachadas podremos llevar a cabo lo que llamamos patología preventiva en las futuras obras de ejecución y así prevenir los mismos. Por lo que de ahí la importancia de este manual básico de “**prevención de fallos de estanqueidad en fachadas**”, ya que conociendo bien las causas indirectas que afectan a la estanqueidad de las fachadas podremos prevenirlas en el diseño y la ejecución de edificaciones futuras.

5.1. Patología de cerramientos

- **La Patología y los estudios patológicos**

Vamos a conocer algunas definiciones relacionadas con la patología y los estudios patológicos antes de meternos de lleno en el estudio de los daños producidos por fallos en la estanqueidad de las fachadas de los edificios.

Patología

Si analizamos la palabra patología, desde el punto de vista etimológico, nos encontramos con las raíces griegas pathos (enfermedad) y logos (estudio). De ello deducimos que la patología trata del **estudio de las enfermedades**.

Si nos vamos a la definición según el diccionario de la Real Academia Española (RAE) de la Lengua, dice que Patología: Proviene de pato- y -logía y tiene estas dos definiciones:

1. f. Parte de la medicina que estudia las enfermedades.
2. f. Conjunto de síntomas de una enfermedad.

Si aplicamos esta definición a la edificación obtenemos esta definición que:

Patología constructiva de la edificación: Ciencia que **estudia los problemas constructivos que aparecen en el edificio o en alguna de sus unidades después de su ejecución** “Patología de un edificio o de una vivienda”. Un error muy común que encontramos hoy en día tanto escrito en libros técnicos, como dicho verbalmente en cursos y charlas sería el uso de la palabra PATOLOGÍAS, que no existe en el diccionario de la Real Academia Española (RAE) de la lengua y que se utiliza para nombrar a los problemas, lesiones o daños constructivos. Decimos entonces, que Patología es la ciencia que los estudia y no los daños en sí mismos.

Por lo tanto en este caso el **enfermo sería la unidad constructiva** (ver **figura 62**) o el **edificio en su conjunto** (ver **figura 63**) y patología la ciencia que estudia su enfermedad es decir sus problemas constructivos.



Figura 62. Fachada edificio en Ronda Norte. Murcia

Figura 63. Vivienda unifamiliar en Beniaján. Murcia

Proceso patológico

Para referirnos a los daños o lesiones, por tanto, no hablaremos de patologías, sino de **procesos patológicos**. Para poder enfocar correctamente y solucionar un daño o lesión, hemos de conocer perfectamente su origen o causa, así como su evolución y su efecto final.

Para entender correctamente el **Proceso Patológico** (ver **figura 64**) deberemos de analizar el estado final de la lesión y, desde allí, ir recorriendo el camino de evolución de la lesión en sentido inverso; ya que nosotros sólo conocemos con precisión los efectos que se manifiestan y alertan del proceso patológico.

Sólo desde esta forma, conociendo **bien la causa que provoca el daño**, podremos establecer correctamente el modo de actuación y la forma de prevención.



Figura 64. Esquema del proceso patológico.

- **Daños**

La lesión es la manifestación del problema, el síntoma final del proceso patológico. Es imprescindible una correcta identificación de la tipología de las lesiones (ver **figuras 65 y 66**), pues éstas serán nuestro punto de partida a la hora de estudiar el proceso patológico y un error en su identificación nos llevará a la elección errónea de su tratamiento.



Figura 65. Lesión física: Suciedad en fachada por lavado diferencial. Vivienda unifamiliar Llano de Brujas.



Figura 66. Lesión química: Manchas de humedad con eflorescencias en fachada. Vivienda unifamiliar en Las Torres de Cotillas.

En muchos casos las lesiones no aparecen de forma individual, sino que están confundidas entre sí dando lugar a errores de diagnóstico. En la mayoría de los casos se dan dos tipos de lesiones:

- Lesiones primarias: son las que surgen en primer lugar.
- Lesiones secundarias: son las que tienen su origen en las lesiones primarias.

Por ello es de suma importancia la correcta identificación y clasificación de las lesiones.

Podemos clasificarlas, como coinciden **varios autores**, en tres grupos:

1. **Lesiones físicas**
2. **Lesiones mecánicas**
3. **Lesiones químicas**

La diferencia entre ellas, y de ahí su nombre, radica en el origen y/o desarrollo del proceso patológico, si es de carácter físico, mecánico o químico. Ver cuadro siguiente la clasificación de lesiones (**figura 67**).

TIPO	LESIÓN	
LESIONES FÍSICAS	HUMEDADES	
	SUCIEDAD	
	EROSIÓN	
LESIONES MECÁNICAS	DEFORMACIONES	
	GRIETAS	
	FISURAS	
	DESPRENDIMIENTOS	
	EROSIONES	
LESIONES QUÍMICAS	EFLORESCENCIAS	
	OXIDACIONES CORROSIONES	Y
	ORGANISMOS	
	EROSIONES	

Figura 67. Esquema del proceso patológico.

- **Causa de la lesión**

La causa es el verdadero origen de las lesiones, por lo que si queremos resolver un proceso patológico tendremos que actuar sobre la causa que lo provoca, eliminándola.

Por el contrario, si actuamos sobre la lesión omitiendo la causa, dicha lesión volverá a aparecer.

Como podemos ver en la **figura 68** contigua se ha reparado la lesión sin buscar y actuar sobre la causa. En un cerramiento con humedades, se han tapado estos daños con alicatado de azulejo, por lo que la humedad asciende y estas manchas vuelven a aparecer encima de este. Luego han utilizado una mala solución actuando sobre la lesión sin haber eliminado previamente la causa.



Figura 68. Lesión física: Manchas de humedad con eflorescencias y desprendimientos del revestimiento en fachada exterior. Vivienda unifamiliar en la pedanía de El Raal (Murcia)

Al igual que ocurría con las lesiones, hay varios tipos de causas, por lo que es imprescindible su identificación. Las causas se dividen en dos grupos:

- **Causas directas:** son el origen inmediato del proceso patológico. Acción concreta sobre la unidad constructiva o sus materiales (esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación, etc.)
- **Causas indirectas:** Son factores inherentes a la unidad constructiva, al aunarse con la acción de la causa directa, posibilitan la aparición del proceso. Por lo tanto, se trata de errores y defectos de diseño o ejecución, materiales defectuosos o mantenimiento incorrecto o ausencia de este.

Estas **causas indirectas** se han de tener muy en cuenta **para prevenirlas**, ya que nosotros no podemos luchar contra la naturaleza, por ejemplo que llueva, pero sí podemos conseguir que nuestro edificio sea lo suficientemente estanco para que no le afecte esta agua.

En las fotos siguientes (**figuras 69 y 70**) explicamos cuál es la causa directa e indirecta, para de esta forma entender la diferencia:

- **Figura 69:** La causa directa sería el agua de lluvia como agente atmosférico y la causa indirecta es una mala ejecución al no juntar adecuadamente las albardillas del peto de cubierta ya que se produce como daño manchas de suciedad en la fachada por lavado diferencial.
- **Figura 70:** La causa directa sería el salpiqueo de agua de lluvia en la acera y a su vez manchando la fachada y la causa indirecta sería un error de diseño por elegir como revestimiento del zócalo un material excesivamente poroso no impermeabilizado.



Figura 69. Lesión física: Manchas de humedad en fachada interior. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas.



Figura 70. Lesión física: Manchas de humedad en fachada interior. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas.

5.2. Daños y causas más comunes de fallos en la estanqueidad

Ahora que ya conocemos la definición general de lesión y causas de dicha lesión, nos vamos a centrar en los daños originados cuando la causa es un fallo **en la estanqueidad de la fachada.**

Vamos a estudiar los siguientes daños:

A) Humedades

- Humedades de obra
- Humedades capilares
- Humedades de filtración
- Humedades de condensación
- Humedades accidentales

B) Suciedad

- Ensuciamiento por lavado diferencial

C) Eflorescencias

A) Humedades

Es una lesión física que consiste en la aparición incontrolada de un porcentaje de humedad superior al deseado en un material o elemento constructivo cualquiera. Lesión importante y muy frecuente, si no se soluciona podemos pasar de daños constructivos a daños estructurales más graves.

Es una lesión primaria, que puede originar lesiones secundarias, si no se subsana.

Síntoma:

- Mancha permanente: Por agua contenida en la masa del cerramiento de la fachada o en su acabado. Ya que si aparecen en la fachada exterior en momentos de lluvia y se secan no llegan a ser una lesión.
- Goteo de agua: Agua en superficies no previstas para ello en forma de gotas de o agua o láminas

Tipología de humedades en función de su procedencia:

- **Humedades de obra**
- **Humedades capilares**
- **Humedades de filtración**
- **Humedades de condensación**
- **Humedades accidentales**

▪ Humedades de obra

Origen: Humedad aportada durante el proceso de ejecución (ver **figuras 1 y 2**).

Causa de la lesión:

- El material no se deja secar para que alcance su humedad de equilibrio (entre material y ambiente, que depende, sobre todo, de la estructura porosa del propio material). Aparece cuando se esta acabando el edificio y se aplican los revestimientos de acabado.
- Se le aplica un acabado superficial que actuando de barrera, dificulta su evaporación. Entonces es cuando aparece la lesión. En las **figuras 71 y 72** siguientes si se deja evaporar antes de aplicar el acabado no llegaría a ser un problema. De lo contrario se producirá desprendimiento del material de revestimiento.



Figura 71. Cerramiento interior con humedad de obra. Edificio en Murcia



Figura 72. Cerramiento exterior con humedad de obra. Edificio en Llano de Brujas

▪ **Humedades capilares**

Origen: En la **figura 73** podemos ver los orígenes de la humedad capilar.

- 1) Humedad que proviene del suelo (en arranque de muros, y cimentaciones directamente desde el terreno). Ascende por la estructura porosa de los elementos verticales por el fenómeno de la capilaridad.
- 2) Procedente de una plataforma horizontal cualquiera, normalmente impermeables (suelos de terraza, aceras, molduras horizontales, vierteaguas y albardillas). El agua de lluvia se acumula en estas plataformas en tiempos de lluvia y asciende por microcapilaridad por el cerramiento.
- 3) Procedente del terreno y aparece en pavimentos de sótano o planta baja en contacto directo con el terreno sin interponer capas de drenaje o barreras impermeables.

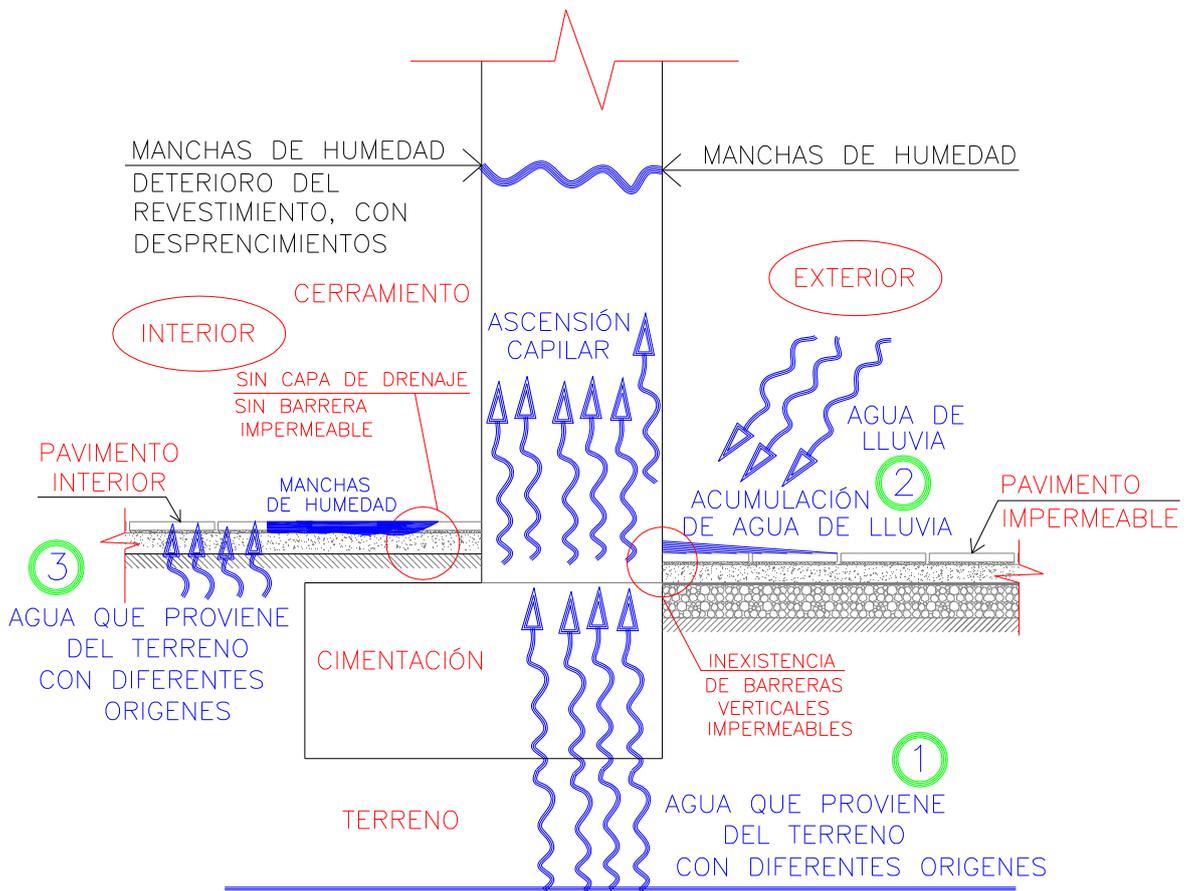


Figura 73. Detalle de los orígenes de la humedad capilar.

La ascensión capilar puede aparecer en cualquier cerramiento vertical u horizontal que este constituido por materiales porosos de estructura capilar/tubular y en contacto con el agua. Depende del material la fuerza de ascensión capilar. La ascensión capilar se puede producir por el interior del espesor del cerramiento o por el exterior por su cara externa o, incluso en el acabado exterior.

Síntoma:

- Manchas de humedad en cerramientos interiores (**figura 74**) y exteriores.
- Puede producir como lesión secundaria:
 - Desprendimientos de material (**figura 75**).
 - Eflorescencias (**figura 76**).
 - Manchas de humedad en pavimentos (**figura 77**) incluso con levantamiento de baldosas con desprendimientos y eflorescencias.



Figura 74. Manchas de humedad interiores por ascensión capilar. Vivienda en Llano de Brujas

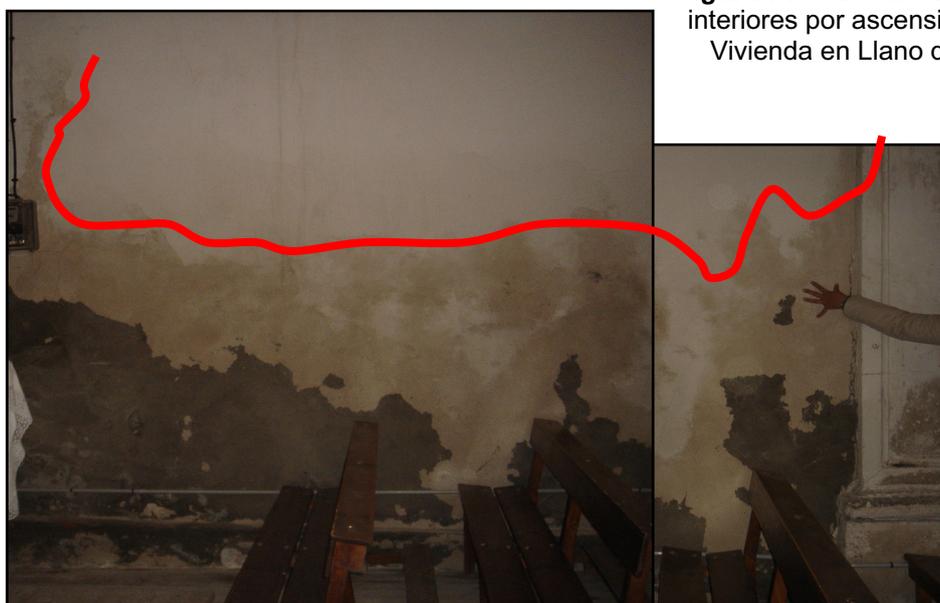


Figura 75. Manchas de humedad por ascensión capilar en cerramiento interior. Iglesia Valbuena del Duero. Valladolid.



Figura 76. Manchas de humedad eflorescencias en cerramiento exterior. Vivienda unif. Las Torres de Cotillas



Figura 77. Rotura de pavimento con eflorescencias por humedad de ascensión capilar. Vivienda unifamiliar. Zarandona (Murcia).

▪ Humedades de filtración

Origen: Humedad que llega desde el exterior.

Penetra al interior del edificio a través de su cerramiento de fachada o llena solo los poros superficiales sin profundizar en el espesor del cerramiento. Favorece la penetración el agua con viento.

Síntoma:

- Manchas de humedad exteriores e interiores.
- Pueden llegar a rezumar, incluso a gotear.
- Desprendimientos de material (como lesión secundaria).
- Eflorescencias (como lesión secundaria).

Formas de penetración: En la **figura 78** podemos ver los orígenes de la humedad de filtración.

- 1) Por el cerramiento: a través de su estructura porosa (ver **figura 78**).
- 2) Los detalles constructivos deben estar adecuadamente proyectados y ejecutados en obra, ya que su mal diseño y ejecución puede producir fallos en la estanqueidad de fachadas. Se tendrá especial cuidado con la ejecución de: Encuentros de la fachada con los forjados, encuentros de la fachada con los pilares (ver **figura 79**), encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles, encuentro de la fachada con la carpintería, antepechos (ver **figura 78**) y remates superiores de las fachadas, anclajes a la fachada, aleros y cornisas. Pero ha este tema ya he dedicado el **apartado 2.3**), estableciendo las pautas a seguir que establece el CTE: Condiciones de los puntos singulares. El agua aprovecha estos puntos conflictivos para filtrarse en el cerramiento.

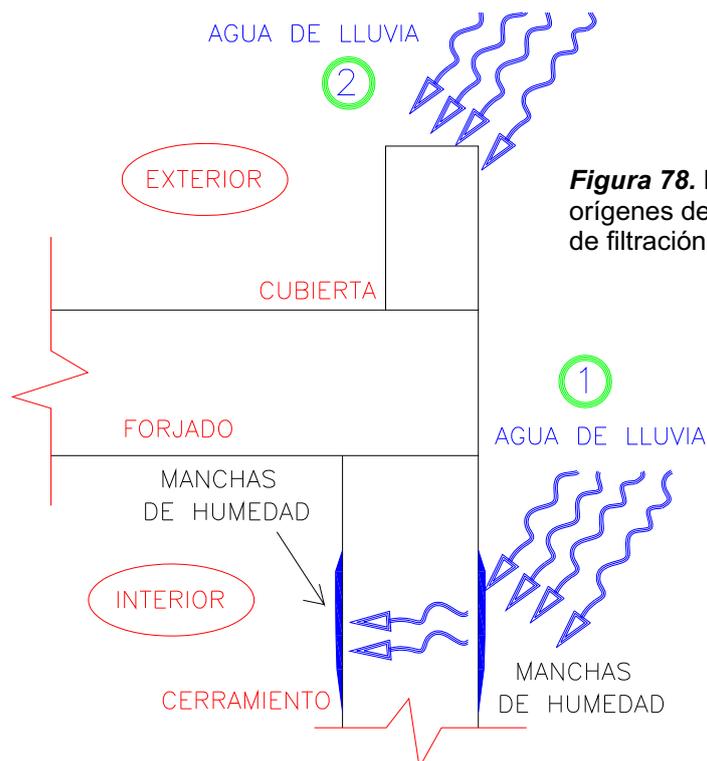


Figura 78. Detalle de los orígenes de la humedad de filtración.

En la fotografía (**figura 80**) siguiente podemos ver un antepecho con su remate muy deteriorado, luego cuando llueve es un punto conflictivo por donde puede entrar el agua de lluvia.



Figura 80. Antepecho de fachada en edificio plurifamiliar en Santo Ángel (Murcia).

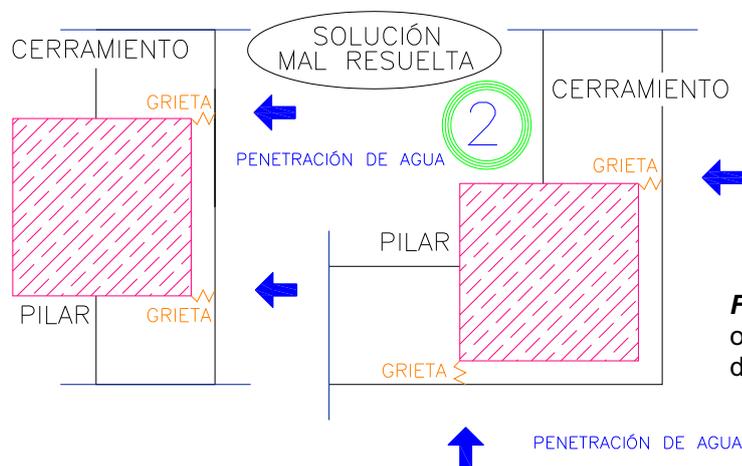


Figura 79. Detalle de los orígenes de la humedad de filtración.

3) Aprovechando aberturas: Grietas y fisuras mecánicas, juntas constructivas o de dilatación (ver figura 81), etc...

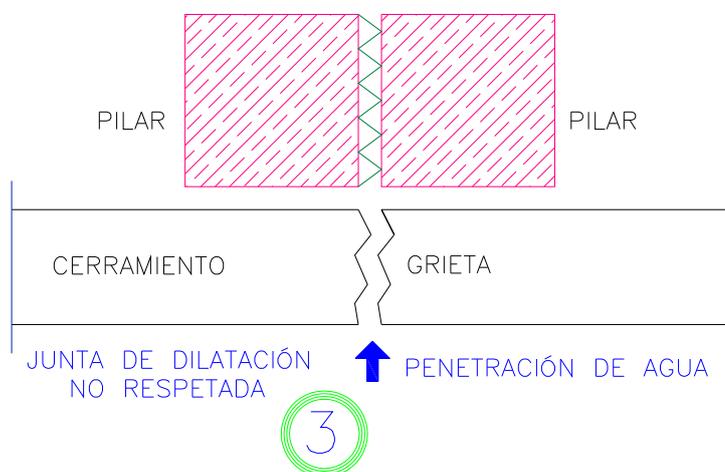


Figura 81. Detalle de los orígenes de la humedad de filtración.

En la **figura 82** siguiente, vemos que con el paso del tiempo se ha desprendido el sellado de la junta de dilatación que si no se repara rápido, será un foco fácil de entrada de agua de lluvia.



Figura 82. Junta de dilatación en fachada con material de sellado en mal estado. Edificio plurifamiliar en La Flota (Murcia)

- 4) Salpiqueo de lluvia en aceras, balcones, etc..., que mancha el cerramiento (ver **figuras 83 y 84**).

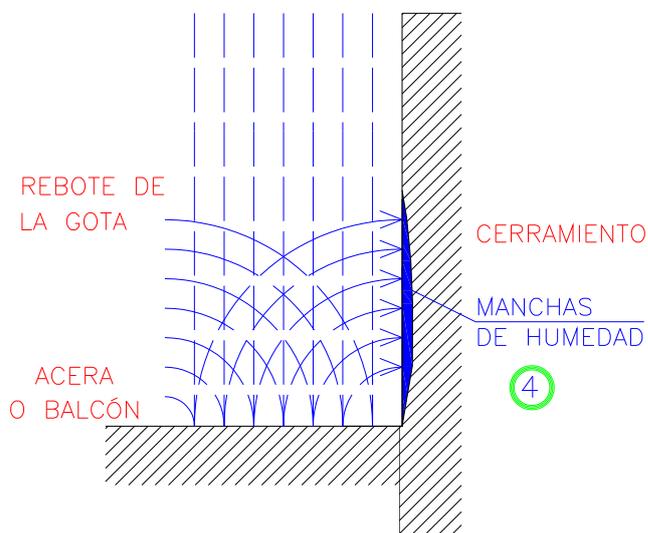


Figura 83. Detalle de los orígenes de la humedad de filtración.



Figura 84. Manchas de humedad en fachada exterior por salpiqueo del agua de lluvia. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas.

▪ **Humedades de condensación**

Su origen:

En forma de vapor.

Tanto del aire como de otras fuentes artificiales que lo producen en el interior: Producción humana, cocinas, baños, humidificadores, evaporación desde el terreno.

Causa:

Ambientes húmedos

- Ausencia de ventilación o es insuficiente.
- Ausencia de aislamiento térmico o es insuficiente.

Síntoma:

- Primero: Manchas de humedad. Puede haber goteo.
- Después: Manchas oscuras-negras. Colonias de mohos.
- Desprendimientos (Lesión secundaria).

Hay tres tipos de humedades de condensación: Dependiendo de donde alcance la temperatura de saturación o rocío.

- *Condensación superficial interior:* El fenómeno físico se produce en el interior del edificio (ver **figura 85**).

Figura 85. Manchas de humedad por condensación superficial interior. Dormitorio. Vivienda unif. Llano de Brujas.



- *Condensación intersticial:* El fenómeno físico se produce en el interior del cerramiento.
- *Condensación higroscópica:* La causa fundamental es la presencia de sales higroscópicas en el interior de los poros del material. Producen acumulación de vapor de agua y condensación. La mayoría a arrastre de sales por anteriores humedades de capilaridad o filtración.

Los materiales que contiene sales higroscópicas, al aumentar la humedad relativa absorben el vapor de agua y se producen condensaciones en los poros saturándose el materia, se produce incluso el goteo (ver **figuras 86 y 87**).

Un ejemplo de esto son las casas antiguas, en sus muros de fachada, que aunque no halla aporte de agua siempre están húmedos.



Figura 86. Cerramiento de de fachada con goteo de agua por condensación higroscópica. Iglesia de Valbuena del Duero. Valladolid



Figura 87. Escalón con acumulación de agua por condensación higroscópica. Iglesia de Valbuena del Duero. Valladolid

▪ Humedades accidentales

Su origen: Roturas de conducciones de agua o desagües de instalaciones que provocan focos puntuales de humedad (aparecen cerca de su origen).

Síntoma muy claro:

- Mancha localizada en forma de nube circular alrededor del punto de rotura o desagüe (ver **figura 88**).
- Ó forma de nube alargada siguiendo el recorrido del conducto afectado.

Figura 88. Mancha de humedad en la salida del desagüe del aire acondicionado. Vivienda unifamiliar en Los Garres (Murcia).



B) Suciedad

Las condiciones de los puntos singulares y conflictivos de las fachadas, son de gran importancia, ya que si una fachada no esta bien diseñada o ejecutada en cuanto a sus detalles constructivos, se pueden producir además de los daños de manchas de humedad y desprendimientos, la lesión muy generalizada en fachadas, llamada suciedad. Que no afecta tanto a la estética si es gradual y uniforme pero si cuando se produce el fenómeno de ensuciamiento por lavado diferencial.

▪ Ensuciamiento por lavado diferencial

Su origen: Es el producido por partículas ensuciantes que penetran en el poro superficial del material por la acción del agua de lluvia y que tiene como consecuencia más característica los churretones que se ven tan habitualmente en las fachadas urbanas.

La causa suele ser, la ausencia de goterotes en los elementos de la fachada que lo necesitan como goterones en remates de balcones (**figura 89**), albardillas en antepechos de terrazas, alfeizares de ventanas sin goterones. O que los tengas y estén mal ejecutados. El CTE establece muy bien las pautas a seguir para que no se produzcan estos tipos de daños.



Figura 89. Remate de balcón con manchas de suciedad por lavado diferencial. Vivienda unifamiliar en Los Garres (Murcia).

Síntoma muy claro:

- Manchas de humedad con churretones más oscuros que el tono de la fachada (ver **figuras 90 y 91** siguientes).



Figura 90. Fachada de ladrillo con manchas de suciedad por lavado diferencial. Colegio en Murcia.



Figura 91. Antepecho de terraza de ladrillo con manchas de suciedad por lavado diferencial. Vivienda unifamiliar en Llano de Brujas (Murcia).

C) Eflorescencias

Es una de las llamadas lesiones secundarias, cuando hay una lesión primaria como la humedad, que puede desencadenar en este daño.

Llamamos eflorescencia al depósito de sales por cristalización en la superficie exterior de los cerramientos cuando dichas sales provienen de los materiales constituyentes del mismo por disolución en agua que los atraviesa y posterior evaporación al llegar a la superficie.

Para que existan las eflorescencias se tienen que producir 3 fenómenos fisicoquímicos:

- Presencia de humedad, por alguno de los 5 tipos que hemos visto anteriormente. Esta humedad sale al exterior por simple diferencia de presión de vapor.
- Existencia de sales solubles en alguno de los materiales que forman el cerramiento de fachada.
- Se produce la disolución y transporte de las sales hacia la superficie exterior del cerramiento. Cuando sale se evapora el agua al entrar en contacto con una atmósfera con menor presión de vapor.

Las **fábricas de ladrillo** al ser materiales porosos son susceptibles de contener sales solubles. Muchas veces conduce a error que en los materiales de acabado aparezcan eflorescencias (**figura 92**), porque estas pueden ser debidas a sales contenidas en los materiales constitutivos del cerramiento que hay bajo este acabado.



Figura 92. Peto de fachada con manchas de humedad y desprendimientos de material en el material de acabado. Vivienda unifamiliar. Carretera de Santa Catalina (Murcia).

Aquí vemos algunas fotografías (**figuras 93, 94 y 95**) donde aparecen eflorescencias en las fachadas de ladrillo.



Figura 93. Fachada de ladrillo con manchas de humedad y eflorescencias. Iglesia del Padre Joseico (Murcia).

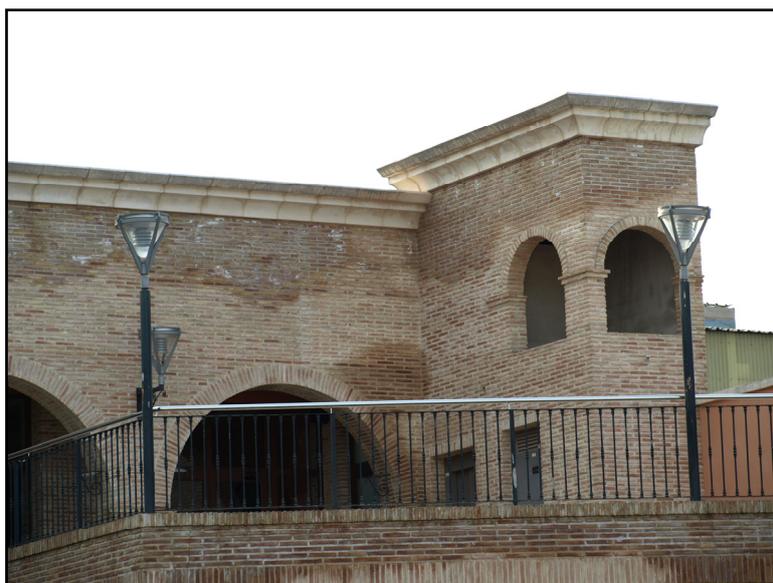


Figura 94. Fachada de ladrillo con manchas de humedad, y eflorescencias. Restaurante Ranga II. Carretera de Fortuna (Murcia).



Figura 95. Fachada de ladrillo con manchas de humedad y eflorescencias. Vivienda unif. en Llano de Brujas (Murcia).

Cuando se produce la cristalización de sales en el interior del cerramiento al aumentar de volumen se produce la rotura del material. A esto se le llama **criptoflorescencia**. En nuestro caso en la **figura 96** siguiente se puede ver la rotura de los ladrillos.



Figura 96. Fachada de ladrillo con manchas de humedad, eflorescencias y rotura del ladrillo. Iglesia del Padre Joseico (Murcia).

5.3. Patología preventiva

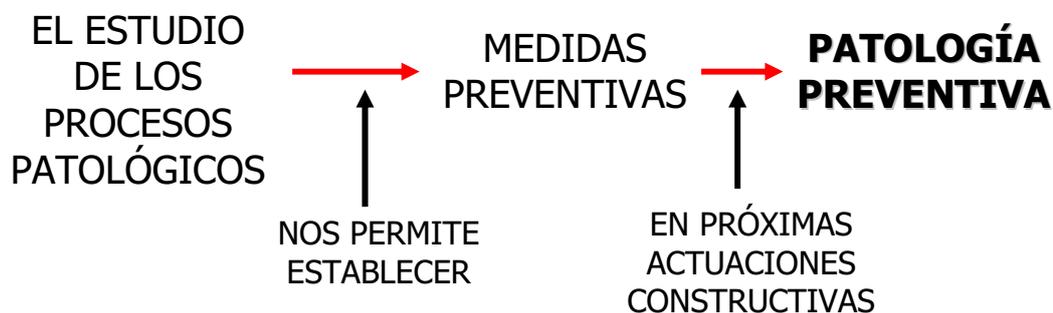
Todos los capítulos de este manual son muy importantes ya que conocerlos nos proporciona la capacidad necesaria para poder dirigir fachadas sin fallos que puedan producir daños que afecten a la estanqueidad de fachadas.

Para poder prevenir daños en fachadas, hay que conocer: la reglamentación actual (**capítulo 2**) sobre todo el apartado de puntos singulares, el adecuado uso de los materiales (**capítulo 3**), la adecuada ejecución y control (**capítulo 4**), la patología de fachadas, los daños, las causas (**apartado 5.1 y 5.2**).

Ya que de esta forma en futuras ejecuciones de fachadas se tendrá especial cuidado para prevenir daños futuros.

Un refrán muy conocido nos apoya: “**Más vale prevenir que curar**”. Ya que arreglar daños en fachadas es más costoso y problemático que ejecutarlo bien desde el principio.

El estudio de los procesos patológicos y, sobre todo de sus causas, nos permiten establecer un conjunto de medidas preventivas destinadas a evitar la aparición de nuevos procesos. Esto es lo que conocemos como **Patología Preventiva**.



ELIMINACIÓN DE CAUSAS INDIRECTAS EN FASE DE PROYECTO Y EJECUCIÓN

Es muy importante, sobre todo, la eliminación de las **causas indirectas** que afectan a la fase previa del proyecto y ejecución, así como al mantenimiento de lo ya ejecutado. **Ya que nosotros no podemos luchar contra la causa directa del agua de lluvia pero si preparar el edificio de tal forma que sea estanco y que esta agua no penetre.**

CAPÍTULO 6. INTERVENCIÓN Y REPARACIÓN DE CERRAMIENTOS CONVENCIONALES NO ESTANCOS.

6.1. Tipología de intervenciones

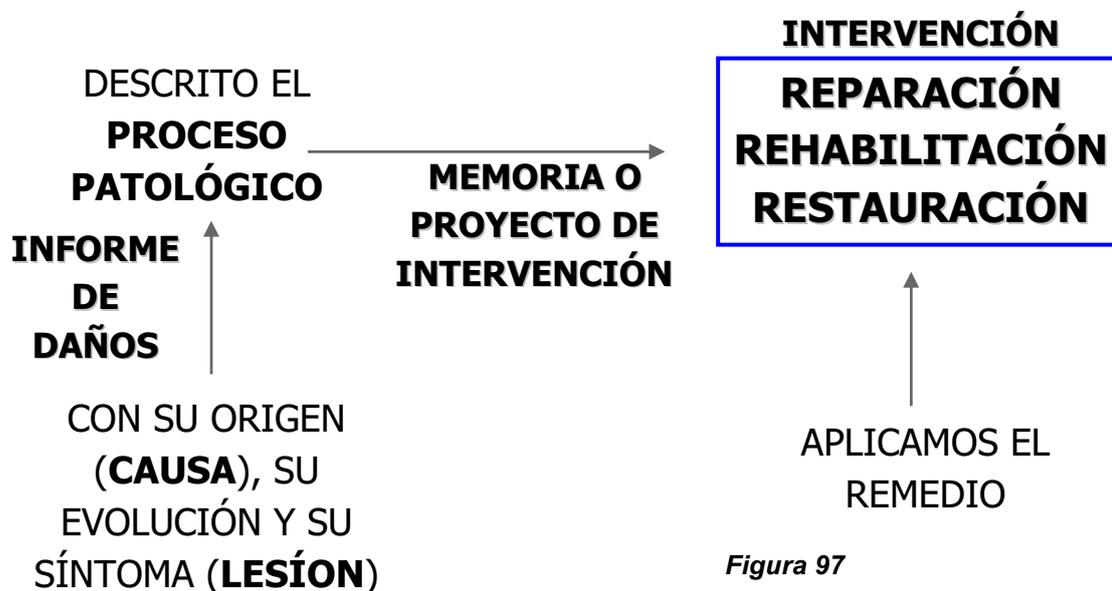


Figura 97

Cuando ya hemos descrito el proceso patológico (*figura 97*) y encontrada la causa de los daños o lesiones ya podemos **eliminar la causa** y **reparar el daño**. No podremos reparar el daño antes de eliminar la causa ya que de lo contrario volvería la lesión.

Algunas definiciones de las posibles intervenciones que puede tener un edificio:

A la hora de hablar de intervenciones sobre las lesiones, hemos de hacer referencia a cuatro tipos de actuaciones distintos que se pueden llevar a cabo para ello:

Reparación: Acción o defecto de reparar obras materiales mal diseñadas, mal construidas o que sufren alguna lesión o proceso patológico.

Rehabilitación: Habilitar, recuperar su antigua habitabilidad.

Restauración: Reposición, recobrar, conservación del estilo del edificio y de la técnica original. Elementos con un determinado valor histórico o artístico.

Normalmente la forma de intervenir será **reparar cerramientos o punto singulares de estos** que sufren alguna lesión o proceso patológico, en nuestro caso lesiones por fallos en la estanqueidad de fachadas. Otras la reparación de la fachada será unos de los capítulos de obra de la rehabilitación o restauración de una edificación.

6.2. Eliminación de la causa

A continuación veremos las medidas básicas para **ANULAR LAS CAUSAS QUE PROVOCAN LAS HUMEDADES**.

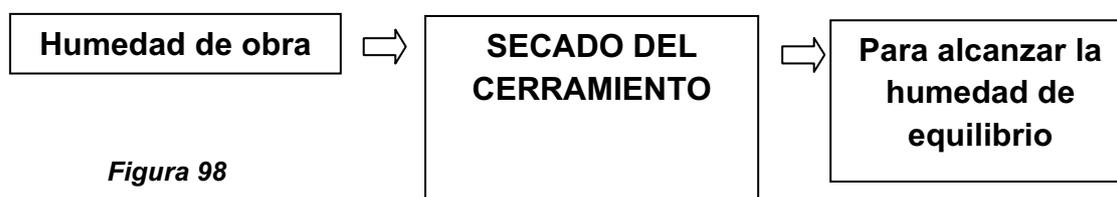
Cuando se intervenga en fachadas también se tendrá en cuenta lo que ya hemos visto en el **capítulo 2. Condiciones a tener en cuenta en Salubridad, mas concretamente en estanqueidad según el CTE**.

Utilizando el mismo orden que en el **capítulo 5, apartado 5.2**. Daños y causas más comunes de fallos en la estanqueidad, podemos hablar de las intervenciones en las fachadas para eliminar la causa de la siguiente forma:

- **Humedades de obra**
- **Humedades capilares**
- **Humedades de filtración**
- **Humedades de condensación**
- **Humedades accidentales**
- **Ensuciamiento por lavado diferencial**

Humedades de obra

La humedad de obra como ya vimos en el **capítulo 5** es como consecuencia de la aplicación de un acabado superficial antes de que el soporte alcanzara el secado suficiente. Por lo tanto la reparación consistirá en el secado adecuado del cerramiento hasta alcanzar su equilibrio (**figura 98**).



Primero se demolerá el acabado afectado y causante de la lesión. Después se llevará a cabo el secado del cerramiento afectado.

Hay dos tipos de secado: Por aireación natural o por secado artificial.

Humedades capilares



Figura 99

Para impedir que la humedad llegue al paramento vertical susceptible de capilaridad (*figura 99*), tenemos tres posibles intervenciones:

Intervención 1: aumentar la inclinación de la plataforma (cornisa) hacia el exterior, aumentando así la velocidad de drenaje.

Intervención 2: colocar un pequeño escalón impermeable de unos 5 cm entre plataforma y paramento, normalmente del mismo material de la plataforma.

Intervención 3: colocar un rodapié poco absorbente cubriendo el solape vertical de la lámina impermeable horizontal.

En los casos de tener plaquetas cerámicas y metálicas, además de que haya solape, conviene poner un sellado elastómero.

En el caso de zócalos de fachada con acera y terrazas accesibles, dicho rodapié, de material impermeable similar al del pavimento, debe quedar embebido en el acabado del paramento vertical para evitar filtraciones y debe proteger la lámina impermeable que cubre toda la terraza, que sube hacia arriba unos 10 ó 15 cm en el borde del encuentro con el paramento. En la *figura 100* podemos ver que está empotrado el rodapié pero es y poco escaso apenas de 7 cm.



Figura 100. Terraza en fachada. Vivienda unifamiliar en Molina de Segura. Murcia.

Humedades de filtración

La humedad de filtración aparece básicamente en cinco puntos conflictivos, que son:

- En los remates superiores
- En los relieves
- En los huecos de ventana
- En los paños ciegos
- En los balcones con peto de obra

En los remates superiores (figura 101)

Entendemos como remates superiores a cornisas y petos de terraza.



Podemos distinguir varios casos:

Figura 101

Caso 1: Si la albardilla es de mortero, plana o en caballete, y está erosionada.

Intervención: Procedemos a sanearla y rehacerla dando las pendientes adecuadas, o sustituirla por otra de material impermeable y con suficiente vuelo por ambos lados.

Caso 2: Si la albardilla es de elementos prefabricados, la filtración se producirá por sus juntas o por las posibles perforaciones, o por su borde si no tiene suficiente vuelo o goterón.

Intervención: lo más normal es que se repongan las piezas, pero si están en buenas condiciones, con vuelo y pendientes correctas, se hará el recatado de las juntas con mortero de cemento, bien expansivo, bien de resinas, o bien sellado con productos elastómeros, en función de las condiciones climáticas y el tipo de albardilla.

Si el problema es que no tiene goterón se sustituirá por una albardilla con goterón. Ver reparación en vivienda (*figuras 102 y 103*).



Figura 102 y 103. Sustitución de albardilla sin goterón por otra prefabricada con goterón en terraza de vivienda unifamiliar. La Alberca.

Caso 3: Si la albardilla está muy deteriorada

Intervención: es conveniente colocar una nueva de chapa metálica (cinc, plomo, cobre, acero galvanizado) directamente sobre la existente, ahorrándonos el trabajo de demolición.

Caso 4: En algunos casos la albardilla esta en buen estado, y sin embargo haber fallado el paramento vertical del remate.

Intervención: su reparación viene contemplada en los paños ciegos.

En los relieves

Entendemos por relieves a molduras en general, balcones, etc.

Siempre que existan rincones, puede haber juntas constructivas y éstas pueden facilitar la filtración.

Caso 1: El caso más corriente aparece en los diedros horizontales.

Intervención: la reparación consistirá en sellar esta junta constructiva, si el elemento saliente está en buenas condiciones. Si está en malas condiciones se demolerá y rehará.

Caso 2: Si nos encontramos con plataformas horizontales, una de las causas será la falta de pendiente de la misma.

Intervención: se provocará la pendiente, mediante la adición de un elemento impermeable tipo semialbardilla (chapa metálica, piezas cerámicas, prefabricados de hormigón, etc.)

Si la plataforma pertenece a una terraza o balcón accesibles, se comprobará la presencia de rodapié y solape de membrana impermeable bajo él. Indicado en el apartado de microcapilaridad.

En los huecos de ventanas (figura 104)



Figura 104

Vierteaguas: como plataforma horizontal y remate superior, se tomarán las soluciones vistas anteriormente.

Los diedros laterales del vierteaguas se deben resolver con pendiente fuerte y obstrucción de la junta o resolver con pendientes encontradas en la bisectriz, para evitar la acumulación de agua y canalizarla para el centro del vierteaguas.

Dintel: debe ir provisto de un goterón para evitar la entrada de agua. Éste será un pequeño angular metálico añadido en el borde.

Juntas practicables (de las carpinterías): deben tener un correcto drenaje, y si no lo tiene añadirlo. Los puntos más conflictivos son:

- Falta de vierteaguas en la base del marco practicable (fácil de añadir).
- Falta de cámara de descompresión (difícil de intercalar).
- Falta de drenaje de dicha cámara (se puede realizar siempre que sobresalga sobre el vierteaguas del hueco).
- Falta de sellado de los ingletes del cerco en la zona de la cámara de descompresión que facilita la filtración en las esquinas (fácil de realizar).

En los paños ciegos (figura 105)



Figura 105

Causa: la porosidad y está en situación expuesta.

Intervención: se trata de impermeabilizarlo con un nuevo acabado, dejando respirar el cerramiento. Tienen que ser transpirables al vapor de agua, de la humedad que le puede quedar en el muro después de eliminar la causa. Éste nuevo acabado puede ir desde pinturas hidrófugas de poro abierto, hasta un aplacado con chapas metálicas, pasando por enfoscado o revoco de carácter también hidrófugo, por alicatados o chapados de piedra.

En caso de materiales vistos que se quieran conservar, se recurrirá a los productos hidrofugantes, normalmente a base de siloxanos. Se aplican desde el exterior, a brocha o por pulverización, y el producto se queda adherido a la superficie exterior en los poros superficiales repeliendo el agua y provocando el efecto perlado.

Aunque son transparentes, producen un ligero cambio de aspecto (algo de brillo) y necesitan reposición periódica (10 años). Se aplicarán con la fachada seca.

Humedades de condensación

Esta humedad es un tanto especial, ya que se tienen que unir varios factores físicos para que aparezca, concretamente la presión de vapor suficientemente alta y la temperatura suficientemente baja, ambas en la superficie o en el interior del cerramiento en un momento dado. Esto hace que aparezca la humedad de repente donde no la había. Se suele confundir con otras humedades, por la dificultad de predecirla a simple vista.

Tipos de humedades de condensación:

Condensación superficial interior

En estos casos la humedad se aprecia muy pronto, dependiendo de la superficie en la que se dé.

Tenemos dos maneras de intervenir:

- Evitar que haya condensación
- Preparar la superficie para que el agua no produzca lesión en ella

Intervención 1: tenemos dos opciones.

- Aumentar la temperatura superficial interior del cerramiento

Para aumentar la temperatura podemos recurrir a medios activos (aumento de la calefacción interior), siendo costoso y sin dar seguridad permanente, ó recurrir a medios constructivos, pasivos, aumentando el coeficiente de aislamiento del cerramiento.

La solución actual más sencilla es colocar en la fachada planchas de aislante (poliestireno) convenientemente solapadas, sujetas y protegidas al exterior con un revoco de mortero armado con malla de poliéster o fibra de vidrio. Esta solución puede ser sustituida por la plancha de aislante protegida por una hoja exterior (tabicón de LHD) con cualquier tipo de acabado.

Otra posible solución, es la de rellenar la cámara de aire con espumas, siempre que el cerramiento disponga de dicha cámara.

Otra solución, nada recomendada, es la colocación de planchas aislantes por el interior del cerramiento, ya que aumenta la temperatura superficial interior, pero el vapor de agua seguirá pasando hasta la vieja superficie donde se puede seguir alcanzando temperaturas de rocío y por tanto, se producirá una condensación superficial, ahora oculta, provocando una humedad que se verá más tarde.

- Disminuir la presión de vapor de agua del local

Para disminuir la presión del vapor del local se hace dispersando el vapor mediante la ventilación natural y mecánica.

La ventilación natural podrá ser temporal o permanente, siendo más conveniente la permanente. Ésta se consigue actuando sobre las carpinterías y sus sistemas de obstrucción, o practicando aberturas permanentes (rejillas de ventilación-el CTE marca su disposición).

Intervención 2: para preparar la superficie del cerramiento para la posible condensación, se dispone una superficie pulida e impermeable que no se vea afectada por el agua que se condensa sobre ella y que permita su secado y limpieza con relativa facilidad.

Esta actuación se hará en caso de condensaciones porosas, que no se puedan anular por la vía anterior.

Éste acabado puede ir desde un esmalte (no pintura plástica, que es porosa y no resuelve el problema) hasta la ejecución de un alicatado o chapado de piedra, pasando por los revestimientos plásticos de todo tipo, más o menos rígidos.

Cuando el problema está en el lagrimeo del agua condensada sobre el acristalamiento, tenemos que introducir una canaleta de recogida de dichas aguas en la parte inferior de la carpintería.

Condensación intersticial

La actuación sobre este tipo de condensación sólo se podrá conseguir evitando que se alcance la temperatura de rocío en ningún punto del cerramiento. Para esto iremos por tres caminos.

Intervención 1: aumentar la temperatura general en el interior de la sección del cerramiento.

Esto se conseguirá aumentando el coeficiente de aislamiento lo más al exterior posible, añadiendo aislante por su cara externa, como vimos en el apartado anterior, o inyectando aislante en su cámara de aire si los gradientes de temperatura así nos lo indican.

Intervención 2: disminuir la temperatura de rocío en la misma sección, disminuyendo la presión de vapor de agua.

El camino más directo para disminuir la temperatura de rocío, sería aumentar la ventilación.

Intervención 3: disipar el vapor de agua dentro del cerramiento hacia el exterior donde se produce la condensación.

Esto lo conseguiríamos introduciendo una cámara de aire en el interior del cerramiento, ventilada hacia el exterior, que disminuya la presión de vapor.

En las actuaciones de reparación podríamos añadir al muro afectado por la condensación intersticial una cámara de aire ventilada por el exterior, siempre que dicha actuación fuera aceptable desde el punto de vista formal y constructivo. Si se admite cambiar su imagen podemos colocar por fuera una nueva hoja separada que sea resistente a los agentes exteriores (chapados de piedra ventilados, paneles de chapa metálica).

Una vez aplicadas las medidas correctoras y asegurado el secado del paramento, se procederá a la eliminación de las manchas o a la reposición del acabado desprendido o erosionado.

Condensación higroscópica

Para eliminar este tipo de condensación habría que deshacerse de las sales higroscópicas contenidas en el acabado del cerramiento.

Tenemos dos maneras de hacerlo.

Intervención 1: eliminar la capa de revoco que aloja las sales.

Una vez quitado y comprobado que no hay resto de sales, podemos colocar un nuevo revoco.

Intervención 2: esta intervención se hará cuando no se pueda eliminar el acabado afectado por algún motivo histórico o artístico. Consistirá en humedecer el revoco para disolver las sales higroscópicas y absorber la humedad mediante apósitos o algún producto secante como arcillas, fieltros, etc.

Humedades accidentales

Las actuaciones de reparación de este tipo de humedad, suelen ser puntuales, aunque en algunos casos, en los que la causa afecta a toda la instalación, nos obliga a la reparación de todo el conjunto de tuberías.

Las actuaciones dependerán del tipo de rotura, son las siguientes:

Rotura por sobretensión

Si los conductos no han sido colocados con holgura suficiente para su correcta dilatación y contracción, habrá que introducirla una vez cambiada la pieza rota.

Esta operación obliga a dejar todo el conducto prácticamente visto.

Rotura por acción mecánica

En este caso, la actuación trata de evitar la acción directa de los movimientos de la obra sobre el conducto, que se logrará mediante la independencia u holgura entre ambos elementos, tanto si el conducto está visto o embutido.

En el caso de posibles acciones por el paso de personas o maquinaria, se protegerá mediante elementos rígidos. Si el conducto discurre enterrado por el pavimento, protección de mortero o de tubos o semitubos de acero. Si el conducto es exterior, protecciones metálicas dispuestas en función de las posibles acciones mecánicas previsibles.

Corrosión

Para la reparación habrá que hacer un estudio concreto de la causa de la corrosión.

Si el problema está en la constitución de la tubería, en función del líquido que almacena, habrá que proceder a un cambio integral de todos los conductos.

Si la corrosión aparece por fuera de la tubería, por presencia de humedad o ataque de ácido, procederemos a la limpieza de la superficie y a la independencia total de la tubería de dichos ataques mediante su protección con coquillas.

Si la humedad la aporta cualquier otro material poroso, se le aplicará una protección anticorrosiva y coquilla de protección, pudiendo ser un simple tubo de plástico.

Ensuciamiento por lavado diferencial

El fenómeno de ensuciamiento por lavado diferencial no se hubiera producido si se hubieran cuidado los puntos singulares y conflictivos de la fachada. Por lo que para eliminar la causa y poder reparar el daño se tendrá en cuenta lo y explicado en el **capítulo 2**, en concreto el **apartado 2.3. Condiciones de los puntos singulares según el CTE**.

6.3. Reparación de los daños

Una vez eliminadas las causas, procedemos a la **REPARACIÓN DE LOS DAÑOS**.

Utilizando el mismo orden que en el **capítulo 5, apartado 5.2**. Daños y causas más comunes de fallos en la estanqueidad, podemos hablar de las intervenciones en las fachadas para reparar los daños de la siguiente forma:

- **Humedades de obra**
- **Humedades capilares**
- **Humedades de filtración**
- **Humedades de condensación**
- **Humedades accidentales**
- **Ensuciamiento por lavado diferencial**
- **Eflorescencias**
- **Limpieza biológica**
- **Reparación de fábricas de ladrillo**
- **Reparación del revestimiento monocapa**

Humedades de obra, capilares y de filtración

En el cerramiento de fábrica dañado, en el que previamente se ha eliminado el revestimiento, se realizará lo siguiente:

- Limpieza y preparación del soporte. Limpieza manual y/o mecánica con proyección de agua a presión.
- Aplicación del nuevo acabado obedeciendo a las normas de correcta ejecución.

Si tiene eflorescencias o suciedad biológica se hará como en los siguientes puntos.

Solución alternativa, cuando no se pueda eliminar la causa:

Si no se puede evitar la presencia de humedad, en el caso de las capilares, normalmente en casas antiguas, en los materiales o de forma complementaria a las medidas anteriores se puede:

Una solución muy utilizada es actuar sobre los elementos de construcción: Incrementando la transpiración, revistiendo el cerramiento tanto internamente como externamente con **REVESTIMIENTOS DIFUSORES O MACROPOROSOS**.

Este tipo de revestimientos se aplican una vez eliminado el revestimiento dañado, saneado y limpiado de eflorescencias si es el caso.

Estos revestimientos tienen las siguientes características:

- Son revocos de una o más capas, con una porosidad tal que su red capilar es capaz de succionar el agua del muro y cederla al ambiente (ver **figura 106**).
- Hay productos especiales de casas comerciales (weber, etc.).
- Pueden pintarse con una pintura resistente a la humedad y permeable al vapor de agua (no plásticas) o utilizar morteros transpirables coloreados en masa.
- Su inconveniente es que con el tiempo se puede cargar de sales que taponan su red porosa.
- En exterior: Permeables al vapor de agua e impermeables al agua de lluvia.

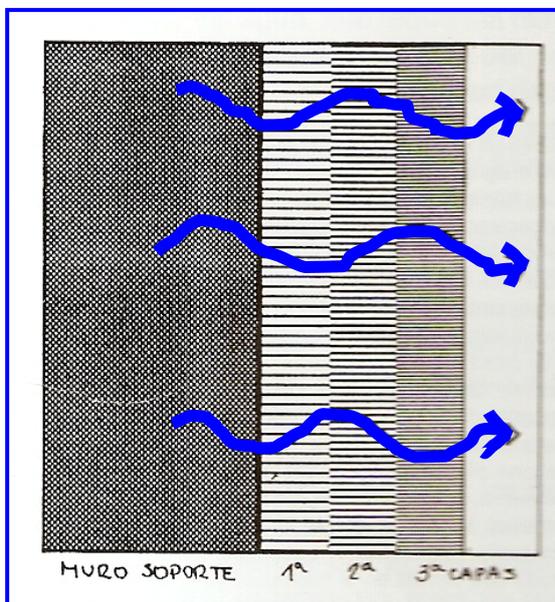


Figura 106: Cesión del vapor de agua al ambiente.

En estas fotografías (**figura 107**) podemos ver la reparación de un cerramiento con revestimiento macroporoso:



Figuras 107. Intervención en cerramiento con humedades con revestimiento macroporoso. Vivienda en El Palmar. Murcia.

Humedades de condensación

Condensación superficial interior

Manchas y desprendimientos en los revestimientos interiores que hay que reparar. Reposición de los revestimientos una vez seco el cerramiento. Picado y aplicación del nuevo revestimiento. Si hay suciedad biológica hay que eliminarla como se explica en otro punto más adelante.

Condensación intersticial o superficial sobre tuberías

Una vez eliminadas las causas y asegurado el secado del cerramiento, sobre todo en su cara exterior, eliminación de las manchas o reposición del acabado erosionado o desprendido. De la misma forma que hemos explicado anteriormente.

Condensación higroscópica

Limpiar el paramento de sales como se explica en el punto más delante de eflorescencias. Si el paramento existente se queda en perfecto estado bien, de lo contrario tendremos que ejecutar el revestimiento deseado.

Humedades accidentales

En el cerramiento de fábrica dañado, en el que previamente se ha eliminado el revestimiento, se realizará lo siguiente:

- Cerciorarnos de que se ha secado lo necesario.
- Limpieza y preparación de la superficie a rehacer.
- Aplicación del nuevo acabado obedeciendo a las normas de correcta ejecución.

Ensuciamiento por lavado diferencial

Para eliminar los daños producidos por el lavado diferencial (ver **figura 108**), las manchas de suciedad en forma de churretones se tiene que limpiar de la siguiente forma:



Figura 108. Manchas de suciedad por lavado diferencial. La Flota. Murcia

Tipos de limpieza de la fachada:

- ***Limpieza natural***

La fachada se limpia con agua con el menor contenido de sales que puedan atacar a los materiales. La proyección (la cantidad de agua y la fuerza de esta irá condicionada por el tipo de superficie) debe ir combinada con algún sistema de cepillado suave para ir desplazando la suciedad. Es bueno proceder a un secado acelerado mediante aire caliente o esponja.

- ***Limpieza química***

Cuando existe adhesión molecular de las partículas a la estructura porosa superficial dificulta la salida por la que la limpieza con agua va ayudada de un disolvente diluido (solución química). Después se proyecta agua limpia y se procede a un secado acelerado mediante aire caliente o esponja.

- ***Técnicas especiales de limpieza***

Limpieza a base de tortas de arcilla u otro material con alto coeficiente de absorción que se le aplica a la fachada después de ser saturada con agua limpia o con disolvente. Las tortas absorben el agua arrastrando las partículas de suciedad.

Eflorescencias

Es una lesión secundaria (ver **figura 109**) que una vez eliminada la causa de la humedad hay que reparar el cerramiento para eliminar las eflorescencias.

Figura 109. Fachada con manchas de humedad y eflorescencias. Iglesia Padre Joseico. Murcia



No es estrictamente un tratamiento antihumedad pero es necesaria antes o después de la aplicación de los tratamientos anteriores. Su limpieza es tarea delicada y difícil.

Hay realizar la limpieza una vez eliminada la fuente de humeada y después del secado de los paramentos. No se puede impermeabilizar un paramento antes de eliminar sus sales.

El tratamiento general de **limpieza de eflorescencias** es el siguiente:

- 1) Cepillar los materiales minuciosamente en seco.
- 2) Los materiales poco porosos pueden lavarse con:
 - Agua pura.
 - Si las sales son sulfatos alcalinos: Con una solución de jabón sódico al 1% Con ácido clorhídrico diluido (1:5-10).
 - Si las sales son carbonatos: Con ácido clorhídrico diluido (1:5-10) y luego lavar abundantemente.
 - O con productos comerciales específicos.
- 3) Las paredes delicadas: Se utilizarán compresas de arcilla absorbente. Ejemplo: Celulosa con sepiolita.
- 4) Realizar en tiempo seco y cálido: verano. Si no es así luego favorecer el secado con aire caliente.

Limpieza biológica

En las condensaciones que se producen interiormente suelen ir acompañadas de hongos que hay que limpiar. También otros tipos de humedades como las de filtración (**figura 110**) también se pueden producir las típicas manchas negras que hay que limpiar biológicamente.

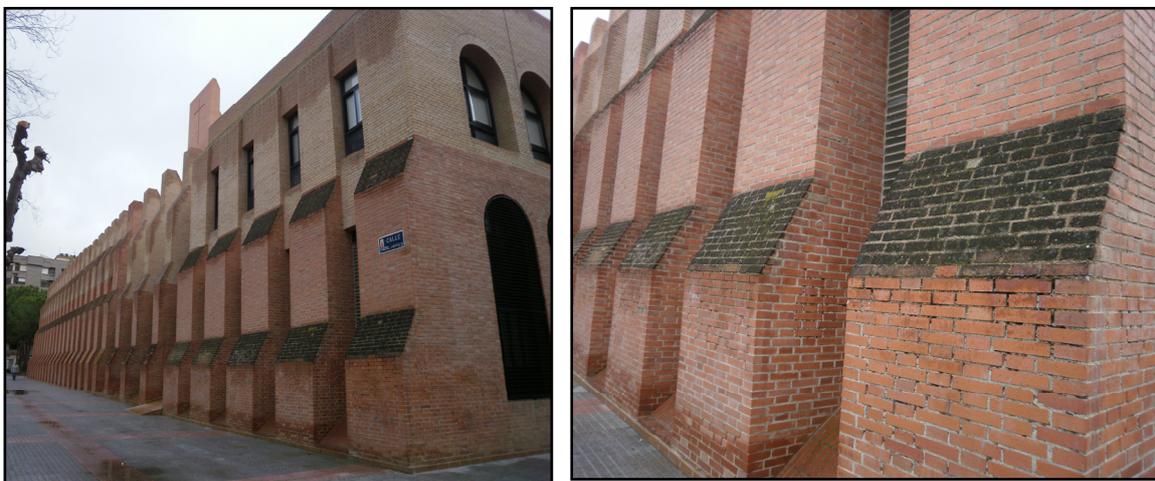


Figura 110. Cerramiento con manchas de humedad atacadas biológicamente. Iglesia Padre y Joseico. Murcia.

El método a seguir es el siguiente:

- 1) Limpieza de moho, hongos, algas, etc. Se puede realizar con alguno de los productos siguientes:
 - Cal viva.
 - Lejía diluida 50-75%.
 - Disolución de formol al 20-30% (Formalina).
 - Silicofluoruro de magnesio en agua (1:40).
 - Productos comerciales.
- 2) En locales con alta humedad:
 - Mejor utilizar pinturas minerales que las que utilizan aglutinantes orgánicos.
 - En casos especiales: Pintura biocidas, resistentes al ataque y crecimiento de microorganismos.

Como me he centrado en las fachadas de fábrica de ladrillo visto o para revestir voy a hablar de 2 tipos de reparaciones importantes:

Reparación de fábricas de ladrillo

Según lo dañada que este la fabrica afectada por la humedad, tendremos que hacer un tipo de intervención. Si no están afectados sino que solo hay manchas de humedad y eflorescencias el tratamiento a seguir para eliminar las eflorescencias será el explicado anteriormente y para limpiar toda la fachada se hará mediante chorro de agua proyectada. Se puede aplicar un **hidrofugante en la fachada** y de esta forma la haremos impermeable al agua de lluvia, importante que también sea **transpirable** al vapor de agua para que no suba la cota de humedad por encima del hidrofugante.

EN FÁBRICAS DE LADRILLO

MEJOR
SOLUCIÓN



PEOR
SOLUCIÓN

- **DEMOLICIÓN DE LA FÁBRICA Y NUEVA EJECUCIÓN (figura 111):** SOLUCIÓN MÁS COSTOSA Y NO SIEMPRE ES POSIBLE
- **SUSTITUCIÓN DE TODOS LOS LADRILLOS DAÑADOS (figura 112):** ASEGURANDO EL ENJARJE DE LOS LADRILLOS ANTIGUOS CON LOS NUEVOS. LOS NUEVOS LADRILLOS TIENEN QUE SER IGUALES A LOS EXISTENTES.



Figura 111. Demolición y nueva ejecución de toda la fábrica dañada. Rehabilitación vivienda unifamiliar en Molina de Segura. Murcia.

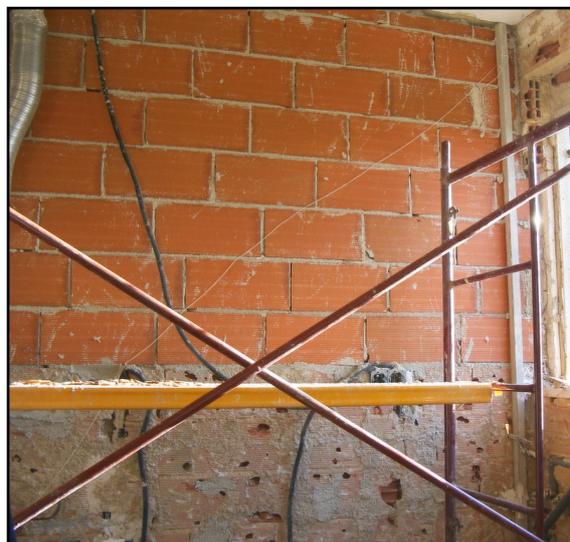


Figura 112. Sustitución de los ladrillos dañados. Rehabilitación vivienda unifamiliar en Molina de Segura. Murcia.

Reparación del revestimiento monocapa

El método a seguir será el siguiente:

- 1) Se eliminará el revestimiento existente mediante picado manual o mediante proyección mecánica de arena (**figura 113**) u otras partículas especiales.
- 2) Limpieza y saneado de las humedades.
- 3) Si tiene eflorescencias, seguir el método descrito anteriormente.

- 4) Limpieza de polvo y preparación del soporte. La limpieza dependiendo del revestimiento y de la época del año podrá ser mediante proyección de agua (**figura 114**).
- 5) Si el soporte de ladrillo es muy irregular, se podrá optar por poner un revestimiento soporte (**figuras 115 y 116**), normalmente un enfoscado de mortero de cemento, antes de aplicar el nuevo revestimiento de acabado.
- 6) Se pondrá un nuevo revestimiento de mortero monocapa (**figuras 118, 119 y 120**) transpirable al vapor de agua e impermeable al agua de lluvia. En los encuentros de la fábrica con la estructura se pondrá malla y se cuidará el respetar las juntas de dilatación de la estructura (ver **figura 117**), del cerramiento o las propias del revestimiento.



Figura 113. Picado y retirada del revestimiento existente mediante proyección mecánica de arena. Rehabilitación edificio en San Pedro del Pinatar. Murcia



Figura 114. Limpieza del soporte mediante proyección mecánica de agua. Reparación de fachadas Bloques de Bernal. Murcia



Figura 115. Aplicación del revestimiento soporte sobre la base limpia. Reparación de fachadas Bloques de Bernal. Murcia



Figura 116. Revestimiento soporte.
Reparación de fachadas Bloques Bernal.
Murcia



Figura 117. Junta de dilatación respetada.
Reparación de fachadas. Murcia

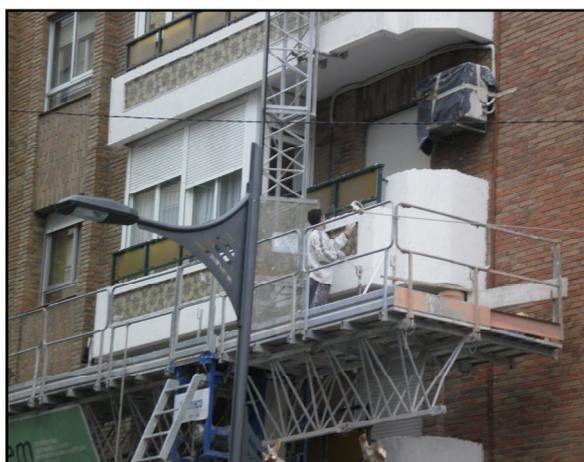


Figura 118. Ejecución nuevo revestimiento.
Reparación de fachada. Ronda de Garay.
Murcia



Figuras 119 y 120. Ejecución de nuevo revestimiento de mortero monocapa. Rehabilitación edificio San Pedro del Pinatar. Murcia

6.4. Conclusiones

El agua en la Edificación

- Lo mejor es QUE NO ESTÉ presente
- Pero si está, QUE NO TOQUE al edificio
- Si lo toca, QUE NO PENETRE
- Pero si penetra, QUE NO SE TRASLADÉ
- Y si se mueve, QUE SE EVAPORE con mayor rapidez que aquella que penetra

En caso contrario, el problema no tiene solución, hay que asumir las consecuencias, aunque se podrán ocultar por un tiempo.

Frente a un problema de humedad

- “Mejor prevenir que curar”.
- Hay que hacer un correcto diagnóstico: para decidir la solución correcta.
- Hay que encontrar la fuente o fuentes de humedad para poder afrontar el problema integralmente.
- Pueden existir varias fuentes de humedad: que se superposición haga que se camuflen unas a otras.
- Los tratamientos específicos deben contrastarse con laboratorio: comprobando su eficacia y compatibilidad.
- No debemos fiarnos de los fabricantes: se les debe exigir garantías de los resultados y duración por un periodo nunca inferior a los 10 años.

BIBLIOGRAFÍA

- **Asociación española de fabricantes de fachadas ligeras y ventanas (ASEFAVE).** *Manual de producto - Fachadas ligeras.* AENOR. Madrid, 2006.
- **Asociación española de fabricantes de fachadas ligeras y ventanas (ASEFAVE).** *Manual de producto - Ventanas.* AENOR. Madrid, 2009.
- **Código Técnico de la Edificación.** Madrid, 2006.
- **Diccionario de la lengua española.** Real academia española.
- **Fernández Ruíz, Enrique.** *Revestimientos de fachadas. Manual práctico.* Sevilla, 1997.
- **Ferreres Gómez, T y Cuervo Menéndez, L.** *Curso Impermeabilización de fachadas.* Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de la Región de Murcia, Murcia, 1998.
- **HISPALYT.** *Manual ejecución de fachadas con ladrillo cara vista.* Madrid, 1998.
- **Jalvo, J., Jordán Urries, J, Luzón, J.M^a y Muñoz, A.** *Puntos críticos en la estanqueidad al agua de fachadas y cubiertas.* Monografía N° 2. INTEMAC. 1999.
- **Lozano Apolo, G., Lozano Martínez-Luengas, A y Santolaria Morros, Carlos.** *Curso de tipología, patología y terapéutica de las humedades.* CONSULTORES TÉCNICOS DE CONSTRUCCIÓN, s.l., Gijón, 1993.
- **Lozano Apolo, G., Lozano Martínez-Luengas, A y Santolaria Morros, Carlos.** *Curso de técnicas de intervención en el patrimonio arquitectónico. Reestructuración de edificios de muros de fábrica.* Lozano y Asociados. CONSULTORES TÉCNICOS DE CONSTRUCCIÓN, s.l., Gijón, 1995.
- **Martínez Ibáñez, María.** *Trabajo final de carrera "Redacción de informes de daños en edificación".* Arquitectura Técnica, UCAM, Murcia, 2008.
- **Monjo Carrió, J. y demás autores.** *Tratado de Rehabilitación.* Tomos 1, 2, 3, 4 y 5, Máster de Restauración Arquitectónica, Universidad Politécnica de

Madrid, Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid, 1999.

- **Monjo Carrió, J.** *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. Editorial Munilla-Lería, Madrid, 2000.
- **Montero Fernández de Bobadilla, Eduardo.** *Manual básico: Fachadas ventiladas y aplacados. Requisitos constructivos y estanqueidad*. Consejería de obras públicas, vivienda y transportes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Abril, 2007.
- **Muñoz Hidalgo, Manuel.** *Conceptos y patología en la edificación*. Manuel Muñoz Hidalgo, Sevilla, 1988.
- **Normas Tecnológicas de la Edificación.** *Fachadas y particiones. Diseño, cálculo, valoración, construcción, control y mantenimiento*. Ministerio de fomento, Madrid, 1998.
- **Paricio, I.** *La fachada de ladrillo*. Bisagra, Zaragoza, 1998.
- **Pérez Navarro, Julián, Campillo Domínguez, Laura y Rosa Roca, Nuria.** *Documentación del control de la obra en cumplimiento del CTE*. Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, Murcia, 2008.
- **Rodríguez-Mora, Oscar.** *Morteros para fábricas*. AFAN (Asociación nacional de fabricantes de mortero), Madrid, 2004.
- **Rodríguez-Mora, Oscar.** *Manual de fachadas*. AFAN (Asociación nacional de fabricantes de mortero), Madrid, 2007.
- **Rosa Roca, Nuria.** *Apuntes del seminario "Aspectos generales de patología y técnicas de intervención en edificación"*. Arquitectura Técnica, UCAM, Murcia, cursos 2006/2009.
- **Varios autores.** *Intervención y técnicas*. Área 3. Máster de restauración del patrimonio histórico, Colegio de Arquitectos de Murcia y Colegio oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Murcia, Murcia, 2004.