

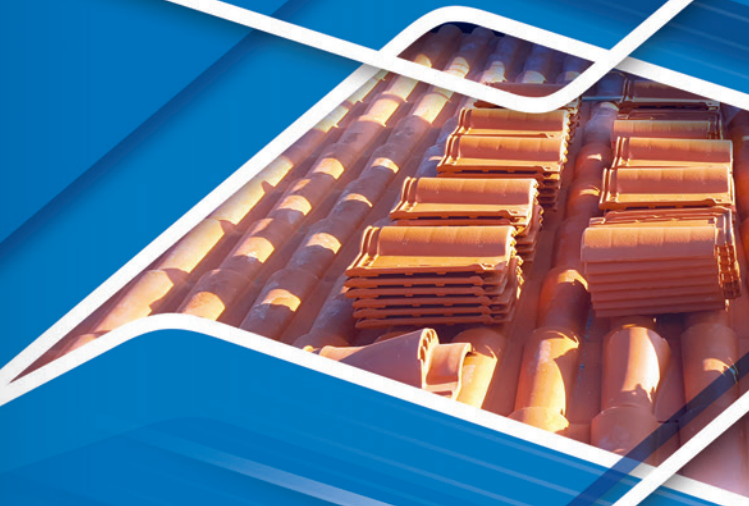
COLECCIÓN

BTN

2

BIBLIOTECA DE TÉCNICOS NOVELES
SOBRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

CUBIERTA INCLINADA DE TEJA CERÁMICA SOBRE TABIQUILLOS ALIGERADOS Y AISLAMIENTO DE LANA DE VIDRIO



serie CUBIERTAS

FUNDACIÓN
musaat



**CUBIERTA INCLINADA DE TEJA
CERÁMICA SOBRE TABIQUILLOS
ALIGERADOS Y AISLAMIENTO
DE LANA DE VIDRIO**

Manuel Jesús Carretero Ayuso
Emilio Corzo Gómez

COLECCIÓN
BTN

BIBLIOTECA DE TÉCNICOS NOVELES
SOBRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

serie **CUBIERTAS**

2.ª edición: abril 2026.

1.ª edición: octubre 2019.

© de texto, fotografías y detalles constructivos

Autores:

Manuel Jesús Carretero Ayuso

Emilio Corzo Gómez

Dibujos:

Francisco Viñao D'Lom

© de la presente edición, Fundación MUSAAT, todos los derechos reservados.

Coordinador de la publicación: Manuel Jesús Carretero Ayuso.

EDITA: Fundación MUSAAT, Calle del Jazmín, 66 - 28033 MADRID.

IMPRIME: Gráficas Hispania Valladolid, S.L. - Tfno.: 983 292 074.

DEPÓSITO LEGAL: M-34921-2019

ISBN: 978-84-09-15735-8

IMPRESO EN ESPAÑA – UNIÓN EUROPEA

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño de la cubierta, puede ser reproducida, almacenada o transmitida de manera alguna y por ningún medio, ya sea electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación, en internet o de fotocopia sin el permiso previo y por escrito del editor y de los autores.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
----------	---------------------------	----------

2	CONFIGURACIÓN	7
----------	----------------------------	----------

3	MATERIALES Y RECEPCIÓN	9
----------	-------------------------------------	----------

3.1	Tejas cerámicas	9
3.2	Ladrillos y rasillones cerámicos	11
3.3	Morteros de cemento.....	12
3.4	Paneles de aislamiento	13
3.5	Lámina impermeabilizante	13
3.6	Chapa metálica aleada o protegida.....	14
3.7	Yesos	15

4	PROCESO CONSTRUCTIVO	17
----------	-----------------------------------	-----------

4.1	Cobertura de teja.....	17
4.2	Capa de compresión.....	24
4.3	Tablero cerámico	28
4.4	Cámara de aire ventilada	30

4.5 Fábricas de cubierta.....	33
4.5.1 Tipos de fábricas de cubierta.....	33
4.5.1.1 Tabiquillos aligerados.....	33
4.5.1.2 Hastiales.....	37
4.5.1.3 Pretiles.....	38
4.5.2 Condiciones generales de ejecución.....	38
4.5.3 Encuentros y puntos singulares.....	39
4.5.3.1 Canales encastrados.....	39
4.5.3.2 Conductos de ventilación.....	41
4.5.3.3 Albardillas.....	42
4.6 Aislamiento.....	43
4.7 Soporte resistente.....	46
4.8 Revestimiento interior.....	47

5 DETALLES CONSTRUCTIVOS49

DETALLE 1.....	50
DETALLE 2.....	51
DETALLE 3.....	52
DETALLE 4.....	53
DETALLE 5.....	54
DETALLE 6.....	55
DETALLE 7.....	56
DETALLE 8.....	57

AUTORES59

1 INTRODUCCIÓN

Tiene entre sus manos la segunda monografía de la Colección BTN (Biblioteca de Técnicos Novales sobre procesos constructivos). Se trata de un conjunto de libros de carácter eminentemente práctico y con un lenguaje técnico, pero al mismo tiempo cercano, directo y comprensible. Este programa de actuación conforma un esfuerzo editorial por el cual se desarrollan en cada una de las monografías, todas las etapas o capas que forman parte de una unidad constructiva dada; en este caso: la cubierta inclinada de teja cerámica sobre tabiquillos aligerados y aislamiento de lana de vidrio.

Esta colección se subdivide en 'series', por las cuales se agrupan dichas monografías en función del capítulo de obra al que pertenezcan. Con la presente, se inicia la serie de CUBIERTAS, que tendrá continuación más adelante con otras tipologías constructivas.

El libro que está empezando a leer está profusamente ilustrado, dado que se considera que es la mejor forma de transmitir de una manera fácil y eficaz los conceptos más importantes, al tiempo que se adquiere el conocimiento que se pretende. Además de las fotografías de obras en las que han intervenido los autores, se han incluido otras ilustraciones efectuadas ad hoc: los esquemas (que representan cada una de las capas de las que está compuesta la unidad constructiva), los dibujos (simpáticas viñetas, que incluyen en algunos casos el personaje de un operario) y los detalles constructivos (que son encuentros de distinta índole que se representan técnicamente en 3D).

Esperamos que pueda ser de utilidad la información que se aporta, ya sea para el proyecto o para la dirección de ejecución de obra.

Los autores

Manuel Jesús Carretero Ayuso

Emilio Corzo Gómez

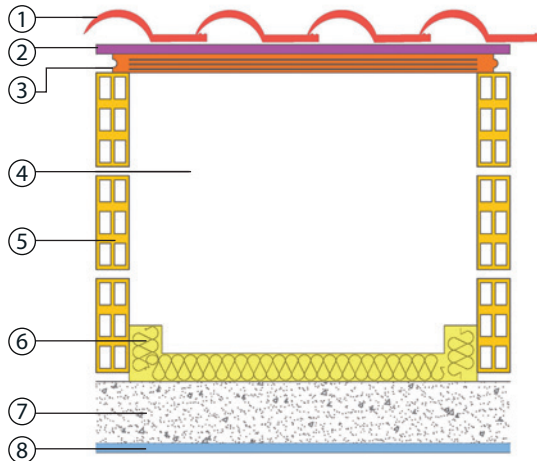
2 CONFIGURACIÓN

Esta publicación se organiza en dos apartados principales: 'Materiales y recepción' y 'Proceso constructivo'.

En el primero se proporcionan las características básicas con las que han de contar los materiales a utilizar en la ejecución de la cubierta.

En el segundo, se indican y desarrollan los procedimientos básicos y una serie de consideraciones necesarias para minimizar los posibles defectos que dependan del diseño y/o la ejecución de esta unidad de obra.

Los procedimientos se han dividido por cada una de las capas que constituyen una cubierta de teja convencional, que de arriba a abajo sería: cobertura de teja, capa de compresión, tablero cerámico, cámara de aire, fábricas de cubierta, aislamiento, soporte resistente y revestimiento interior. Las características del tipo de cubierta quedan expresadas en el **-Esquema 0-** inferior (los números corresponden a cada una de las capas que se desarrollan en la página siguiente).



-Esquema 0- Vista en sección de las capas constituyentes de una cubierta inclinada convencional de teja cerámica.

La composición concreta de los elementos que integran las distintas capas que formarán la tipología de cubierta desarrollada en esta publicación se resume en el siguiente cuadro.

1	Cobertura de teja	(1ª Capa)	
<i>Conjunto colocado y solapado de tejas (en este caso cerámica) conformando una superficie inclinada denominada faldón. La geometría y tipología de las tejas podrá ser diferente (curva, plana, mixta...).</i>			
2	Capa de compresión	(2ª Capa)	
<i>Tendido de mortero de cemento y arena, de 20 a 40mm de espesor. En su caso, puede tener incorporado un hidrófugo de masa y/o una malla armada de acero corrugado (mallazo).</i>			
3	Tablero cerámico	(3ª Capa)	
<i>Conjunto ejecutado y dispuesto en obra, formado por la suma de las piezas cerámicas que se denominan rasillón, que descansa sobre los tabiquillos aligerados y que sirve de base para la capa de compresión y el apoyo de la cobertura de teja.</i>			
4	Cámara de aire ventilada	(espacio vacío)	
<i>Suma de los espacios de aire interior, normalmente en forma de prisma triangular bajo cada uno de los faldones, interconectados entre sí a través de los tabiquillos y delimitados superiormente por el tablero cerámico, inferiormente por el soporte resistente, lateralmente por los hastiales y frontalmente por los aleros.</i>			
5	Fábricas de cubierta	(4ª Capa)	
<i>Conjunto de fábricas de ladrillo cerámico con distinto cometido y ubicación que se ejecutan sobre el soporte resistente de la cubierta. Según su naturaleza y función pueden ser: tabiquillos aligerados, hastiales y pretiles.</i>			
6	Aislamiento	(5ª Capa)	
<i>Capa horizontal de material aislante formada por paneles o rollos extendidos sobre el soporte resistente (en este caso de lana de vidrio).</i>			
7	Soporte resistente	(6ª Capa)	
<i>Base de apoyo estructural sobre la que asientan y cargan el resto de capas intervinientes de esta solución constructiva. En este caso, el soporte será un forjado de hormigón armado dispuesto en horizontal.</i>			
7	Revestimiento interior	(7ª Capa)	
<i>Acabado inferior del soporte resistente. En este caso, será un guarnecido de yeso y un enlucido de pasta de yeso fino, de 15mm de espesor.</i>			

3 MATERIALES Y RECEPCIÓN

En el **-Dibujo 1-** inferior se indican los materiales más comúnmente utilizados para la ejecución de una cubierta inclinada convencional de teja cerámica.



-Dibujo 1- Materiales para la realización de una cubierta inclinada convencional de teja cerámica.

3.1 Tejas cerámicas

- Las tejas son uno de los elementos de cobertura más antiguos de la humanidad, así como el más extendido de todos. Las hay cerámicas (elaboradas con barro cocido), hidráulicas (realizadas con mortero de cemento u hormigón), plásticas (procedentes de polímeros y derivados del petróleo), de madera, etc. En este caso, solo desarrollaremos lo concerniente al primer tipo.
- Hoy en día la teja más comúnmente utilizada es la de tipo mixta, habiendo quedado la tradicional teja curva en desuso, salvo para rehabilitaciones y la formación de cumbres y limatesas. Las tejas más habituales usadas en España (pero con un porcentaje de utilización muy distinto) quedan indicadas en la **-Tabla 1-**.

TIPO DE TEJA		DESCRIPCIÓN	PENDIENTE	
Teja mixta		Tiene un perfil superior curvo y la parte inferior plana para permitir su asiento. Poseen un sistema de encaje con las piezas anexas.	$\geq 30\%$	
Teja curva o árabe		Tiene forma de un canal tronco-cónico. Su diseño permite obtener valores variables entre las piezas.	$\geq 32\%$	
Teja plana	Monocanal	Elementos con perfil plano y con un sistema de encaje longitudinal y transversal.	Con 1 sola acanaladura	$\geq 30\%$
	Marsellesa/Alicantina		Con 2 acanaladuras	$\geq 40\%$
	Lisa con encaje		Sin acanaladuras (lisa)	$\geq 50\%$

-Tabla 1- Tipos más habituales de teja usados en España (tabla basada en los datos de la publicación 'Multiparameter Evaluation of Deficiencies in Tiled Pitched Roof's')

- Las tejas mixtas **-Imagen A-** no son exactamente iguales unas a otras, pues depende del modelo concreto del fabricante que las produzca. Las dimensiones, acanaladuras, monte de solape, resaltes y concavidad varían en función del sistema/modelo, razón por la cual todas deben pertenecer al mismo para asegurar una adecuada estanqueidad y puesta en obra.



-Imagen A- Ejemplos de una teja curva, mixta y plana alicantina (Foto: Tejas Borja).

- En la elección de la teja deben tenerse en cuenta sus características de resistencia, impermeabilidad y comportamiento a la heladicidad. En el pliego de prescripciones técnicas particulares se establecerán las peculiaridades y los valores específicos que deben de reunir las tejas para su recepción (UN-EN-1304).

- Desde el punto de vista estético, actualmente hay una gran variedad de gamas de acabado y colores que permiten una elección adaptada a cada gusto: color paja, tostado, rojizo, varios tonos en degradado, etc. **-Imagen B-**.



-Imagen B- Ejemplo de gamas de acabado y colores para las tejas cerámicas
(Foto: Tejas Borja).

3.2 Ladrillos y rasillones cerámicos

- Los ladrillos y rasillones que lleguen a obra deberán contar, al menos, con información del suministrador sobre su resistencia, la categoría de fabricación y la declaración de marcado CE.
- No deberán aceptarse los ladrillos y rasillones que presenten nódulos de cal viva (caliches), fisuras, deformaciones o alabeos excesivos.
- El acopio se ha de realizar en superficies limpias y planas, evitando el contacto con ambientes o sustancias que sean perjudiciales a las piezas cerámicas.
- En general, las piezas cerámicas se han de humedecer antes de su colocación, por inmersión o por aspersion, de tal manera que el agua incorporada a las piezas no altere la consistencia del mortero, sin succionar el agua de amasado, ni incorporarla al ponerse en contacto entre ellos.
- Es conveniente tener la necesaria precaución durante el acopio del material sobre el forjado de cubierta, para que el peso de los palets no se haga en un solo punto, sino de manera repartida (preferentemente sobre las jácenas para evitar cargas excesivas sobre las viguetas).

3.3 Morteros de cemento

- El mortero es una mezcla de conglomerante (cemento y/o cal), áridos y agua, y en su caso, adiciones y aditivos. Según el proceso de fabricación los morteros se pueden clasificar en:
 - Mortero de obra: sus componentes se dosifican y amasan en obra.
 - Morteros secos: los componentes secos (conglomerante y arena) del mortero, son dosificados, mezclados en factoría y amasados en obra.
 - Morteros preparados: dosificados y amasados en plantas y servidos en obra.
- Los acopios del cemento y las arenas deberán realizarse en superficies planas, limpias y secas, estando el lugar de acopio protegido de la humedad y ventilado.
- La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario, ya que una mezcla con exceso de agua (inadecuada relación agua/cemento), provoca la disminución de la resistencia del mortero. Por el contrario, la falta de agua de amasado hace la mezcla menos trabajable y dificulta su puesta en obra.
- Los morteros ordinarios, para juntas con espesores mayores de 3 mm, son los más utilizados para el levante de fábricas de ladrillo y para los enfoscados a realizar sobre éstas (en la **-Tabla 2-** se indican las dosificaciones más comunes de morteros ordinarios).

MORTERO DE CEMENTO Y ARENA				
Tipo de mortero	Proporción en volumen		Designación (CTE/DB-SE-F)	Cemento (Kg/m ³)
	Cemento	Arena		
Ordinarios	1	5	M-7,5	300
	1	6	M-5	250

-Tabla 2- Dosificación de un mortero ordinario de cemento y arena

- Los morteros secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante (tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua).
- Se comprobará, en los morteros preparados, que la dosificación y resistencia que figuran en el albarán de envío corresponden con las solicitadas en proyecto.

- La recepción de los morteros se ha de realizar en recipientes reutilizables, estancos y destinados expresamente para tal fin, evitando la mezcla del mortero fresco con morteros más antiguos.
- El empleo de los morteros preparados se efectuará antes del tiempo máximo de utilización definido por el fabricante.
- La colocación de los morteros, en general, puede dar problemas si se utilizan por debajo de los 0°C y por encima de los 30-35°C, o con vientos excesivos (>50 km/h) y secos.

3.4 Paneles de aislamiento

- Los materiales utilizados como aislamiento se caracterizan, especialmente, por sus características térmicas y/o acústicas, las cuales deberán ser objeto de cálculo.
- Se comprobará que el material suministrado corresponde con lo solicitado en proyecto. En este caso, serían los aislamientos de tipo flexible y de origen mineral (concretamente, lana de vidrio).
- Cada embalaje contendrá una etiqueta identificativa del fabricante con el tipo, las dimensiones de los paneles o mantas, espesores, densidad, si tiene o no barrera de vapor, sellos de calidad, etc.
- El almacenaje del aislamiento estará en zonas secas y protegidas, evitando la exposición directa a la intemperie.

3.5 Lámina impermeabilizante

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta deberá aplicarse de acuerdo con las condiciones técnicas para cada tipo de material constitutivo (consultar documentación especializada).
- En la aplicación de las láminas deberán tenerse en cuenta las condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes fichas de características técnicas. En todo caso, cuando se interrumpieran los trabajos, deben protegerse adecuadamente los materiales.

- Los rollos de las láminas impermeabilizantes se colocarán siempre en la misma dirección y a matajuntas, extendiéndolos de forma perpendicular a la línea de máxima pendiente. Se pondrá especial cuidado en que los solapes queden a favor de la corriente de agua.

3.6 Chapa metálica aleada o protegida

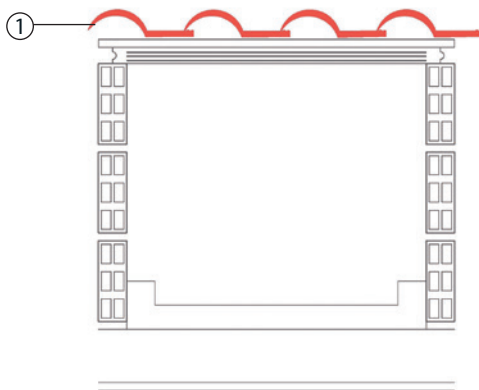
- Existen muchas posibilidades de realizar los canalones; en este caso, se prevé hacerlo mediante un canalón de chapa metálica (galvanizada, zinc-titanio, acero lacado...) dispuesto sobre una impermeabilización bituminosa colocada sobre un canal de ladrillo enfoscado (canalón empujado o encastrado).
- Para la realización de los canalones, según el formato de realización, pueden ser necesarias piezas especiales o complementos para efectuar la embocadura con las bajantes, tapón de cierre frontal, remaches y fijaciones para solapes y encuentros, material de soldadura para empalmes, masillas para el sellado de los puntos singulares, etc.
- La pendiente del canalón hacia el desagüe será como mínimo del 1% según el Documento de Salubridad del Código Técnico. No obstante, en canalones encastrados, en la medida de lo posible, es preferible aumentar esta inclinación para permitir una más rápida y segura evacuación (~2%).
- Es muy conveniente que en el proyecto venga indicado el grosor de la chapa metálica y el espesor de la capa de protección superficial de ésta. Para usos estándares, las chapas galvanizadas pueden ser 0,7 o 0,9mm; evaluándose otros grosores para requerimientos más específicos.
- El desarrollo de la chapa (ancho desplegado del canalón) debe tener en cuenta, además de la escuadría de la propia canal, la dimensión en la que la chapa deberá introducirse debajo de las tejas (mínimo 10 cm; aconsejable 15 cm) y el alto de protección vertical en el encuentro con la cara posterior de los pretilos (≥ 25 cm). Ver figura 2.17 del CTE/DB-HS-1.
- Cuando se recurra a procesos de soldadura de la chapa para resolver zonas de empalme, deberá restituirse el espesor de la capa de protección superficial perdida durante este proceso con un material de calidad análogo al que viene por fabricación. Este proceso de aplicación, en función del tipo de chapa que sea y del nivel de exigencia que se pida en el proyecto, podrá realizarse en frío o en caliente, y en obra o en taller.

3.7 Yesos

- El suministro a obra se realiza envasado en sacos, debiéndose almacenar en superficies planas, secas y limpias.
- Para su recepción se dispondrá de la documentación de los albaranes del fabricante, sellos de garantía y homologación o calidad certificada.
- La pasta de yeso se consigue mediante su amasado con agua. Se le puede añadir algunas adiciones para retrasar su fraguado, aumentar su resistencia, etc., debiendo estar controlado este aspecto para evitar colocar el yeso "muerto".

4 PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 Cobertura de teja



-Esquema 1. Cobertura de teja dispuesta sobre la capa de compresión y el tablero cerámico.

- Deberá recibirse o fijarse una cantidad de tejas suficientes para garantizar la estabilidad del conjunto, variando la amplitud de este recibido en función de varios parámetros, como son: la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de material de cobertura y el solape de éste, así como la ubicación geográfica del edificio.
- En relación con lo anterior, y en el caso de cubiertas con tejas mixtas o tejas planas, deberán recibirse todas y cada una de las piezas con mortero, preferiblemente de tipo bastardo. Si la tipología es de teja curva, podemos pensar en recibir todas, o en recibirse y macizarse 1 de cada 5 hileras (paralelas a la línea de máxima pendiente), así como las que están en aleros, en limas y en cumbres. Para pendientes $\geq 70\%$ en tejas curvas y del $\geq 100\%$ en tejas mixtas y planas, deberá haber una fijación mecánica adicional.
- El solape entre piezas (tanto transversal como longitudinal) del material de cobertura (en este caso, teja cerámica) deberá establecerse de acuerdo a su tipología, a la pendiente del faldón y a otros factores relacionados con la ubicación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y

altitud topográfica (consultar las F.C.T. del sistema a utilizar y bibliografía especializada). Además de esta ubicación, deben considerarse durante el diseño las características locales del emplazamiento del edificio: situación protegida, normal o expuesta.

- Denominaremos bordes laterales a aquellos puntos en los que la cubierta se encuentra con un paramento vertical, pero éste no sobrepasa la altura del plano del faldón perpendicular a él, configurando un hastial. En estos casos, deben utilizarse elementos especiales que además de remate constructivo y estético actúen como goterón, y en su caso, que protejan la línea de encuentro entre la parte inferior de las tejas y el plano de apoyo de éstas **-Detalle Constructivo 8-**. Los elementos especiales antes indicados volarán lateralmente respecto al plano del paramento inferior.
- En las cumbres y limatesas han de disponerse piezas específicas **-Imagen C-** que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las tejas. Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbre, en un cambio de dirección o en un encuentro de diferentes cumbres, este punto deberá impermeabilizarse con elementos especiales ad hoc (baberos protectores).



-Imagen C- Vista de una cubierta de tejas con sus limahoyas, limatesas y cumbresas.

- En el caso de que uno de los laterales del faldón tenga un encuentro con un paramento vertical, deberá prestarse especial cuidado al remate de toda esta línea de encuentro, de forma que la parte de la canal de las tejas no acometa sobre dicha pared, sino la parte de la cobija. Adicionalmente se protegerá esta unión poniendo encima un tejón (media teja curva, cortada longitudinalmente).
- Otra opción para solucionar el encuentro con un paramento vertical es colocar una canal metálica **-Imagen D-**, que suba varios centímetros por la parte baja de dicha pared, al objeto de protegerla de la acción del agua.
- En la línea de alero, las tejas deben sobresalir ≥ 5 cm (recomendable 10 cm). Por su parte, la distancia máxima que deberían sobresalir sería en una longitud igual a $1/2$ pieza. Además, para evitar el cabeceo y conseguir el mismo plano de inclinación que las hileras posteriores, debe efectuarse un recalce de esta primera línea de cobertura.
- En las limahoyas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Por su parte, las tejas que vierten sobre ellas deben sobresalir ≥ 5 cm sobre las limahoyas (recomendable algo más: 8 o 10 cm).



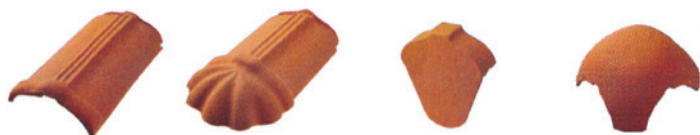
-Imagen D- Encuentro con un paramento vertical mediante la interposición de una canal lateral metálica. En este caso, debería tener más altura de protección y un mejor sellado de coronación.

- La separación entre las testas de tejas que confluyen en un limahoya deberá ser al menos 20 cm **-Detalle Constructivo 2-**.
- La geometría de las limahoyas no debe ser en V, es decir, que el encuentro entre los faldones no se haga en una sola arista de unión, sino en forma de U de tal manera que las ejecutemos con un ancho suficiente (en forma de canalón) posibilitando una mayor cantidad de agua recogida.
- Las condiciones de realización y utilización de materiales para las limahoyas, pueden considerarse –en general– análogas a las indicadas más adelante para los canalones.
- Cuando, por necesidades de diseño, sea necesario realizar cambios de pendiente (cóncavas o convexas) dentro de un mismo faldón (por ejemplo, para las mansardas), deberán utilizarse piezas prefabricadas o piezas in situ con interposición de baberos protectores que aseguren (junto con la utilización de impermeabilizaciones y sellados) la estanqueidad de este punto singular. Todos los elementos situados en una línea de quiebro deberán ir recibidos y/o fijados.
- No deberán colocarse sobre la cobertura elementos que perforen o dificulten la evacuación, tales como mástiles y antenas (que deberán ir sujetos a los paramentos). Los anclajes que fueran imprescindibles hacer no podrán disponerse nunca en las limahoyas ni en los canalones. En los casos en que su diámetro sea reducido, tampoco es aconsejable que traspasen las tejas por las zonas de la canal, sino por las cobijas.



-Imagen E- Proceso de distribución y de colocación de las tejas sobre los faldones de cubierta.

- Alrededor de estos anclajes deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que han de cubrir una banda del elemento anclado en una altura de 20 cm -como mínimo- por encima del tejado.
- Cuando se escoja un fabricante en concreto, todas las piezas deben de utilizarse dentro del modelo escogido **-Imagen F-**, dado que el encaje y diseño difieren de unos a otros. Como criterio general, siempre se colocarán las piezas ordinarias de cobertura primero **-Imagen E-**, y posteriormente las piezas especiales (cubrerías, cierres laterales, etc.).
- Cuando fuera necesario realizar una junta de dilatación de cubierta, ésta puede hacerse en formato coplanar (la junta no es visible sobre el material de cobertura), o en formato emergido (tiene elementos constructivos que sí pueden visualizarse, dado que están por encima del plano de acabado de las tejas). Este segundo formato permite una mayor seguridad ante la estanqueidad, y además, facilita mucho más las labores de inspección periódica y de mantenimiento de la cubierta **-Detalle Constructivo 6-**.
- Siempre que exista una junta de dilatación estructural, deberá hacerse una junta de dilatación de cubierta **-Imagen L-**, más aquellas que fueran necesarias según la longitud y la superficie que abarcara la edificación. Todas ellas deberán venir indicadas y representadas en los planos de ejecución del proyecto.
- Las reparaciones que sean necesarias efectuar se realizarán con los materiales y procedimientos de ejecución análogos a los de la construcción original.
- Una vez al año, normalmente al final del otoño, las zonas donde se prevea la acumulación de hojarasca, papeles u otros, se revisarán y limpiarán.
- Al objeto de facilitar el mantenimiento de la cubierta, es aconsejable colocar ganchos de servicio embebidos en las cubrerías, separados a distancias homogéneas y con la precaución de que su colocación no produzca entrada de agua **-Dibujo 2-**; consultar las NTE.

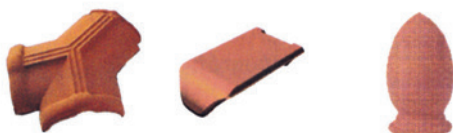


Caballete

Final caballete

Tapón caballete

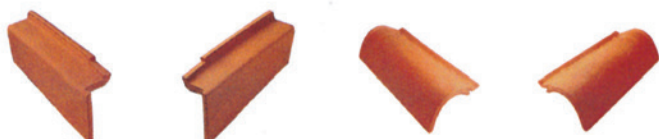
Caballete 4 vías



Caballete 3 vías

Cuña caballete

Detalle decorativo



Lateral recto
izquierdo

Lateral recto
derecho

Lateral curvo
izquierdo

Lateral curvo
derecho



Lateral de
plana

Chimenea

Soporte
chimenea



Teja cristal

Teja y media

Dos tercios

Media teja

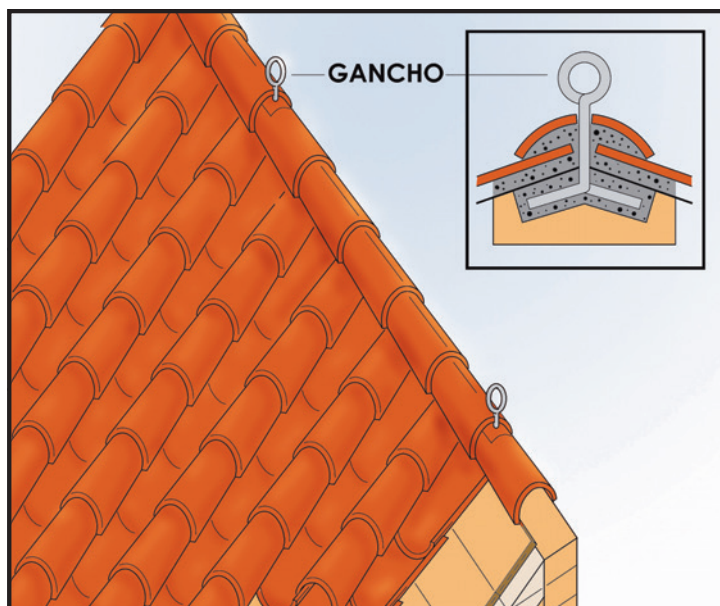


Canal

Teja
ventilación

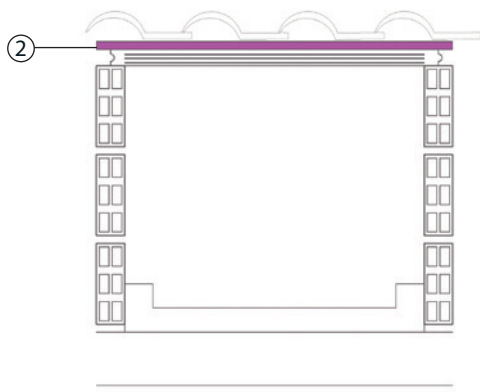
Barrera de
pájaros

-Imagen F- Ejemplo de piezas especiales y de remate para una gama de tejas cerámicas
(Foto: Tejas Borja).



-Dibujo 2- Colocación de gancho de servicio en la cumbre de una cubierta (en esta visualización se ha decidido omitir la representación de la capa de compresión).

4.2 Capa de compresión



-Esquema 2- Capa de compresión de mortero de cemento extendido sobre el tablero cerámico.

- El espesor de la capa de compresión deberá venir indicado en el proyecto, no debiendo ser nunca menor a 2 cm, en función del grosor del rasillón cerámico y de la distancia entre apoyos del mismo (0,5 m, 0,7 m, 1 m, etc.). No obstante, el espesor habitual suele estar entre 3 y 4 cm **-Imagen G-**.
- Si estuviera previsto que el mortero fuera hidrófugo, deberá incluirse durante la mezcla el correspondiente aditivo hidrofugante a la masa, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Para obtener un mejor reparto de las cargas y para conseguir un funcionamiento más homogéneo y unitario de todo el conjunto (capa de mortero + rasillones cerámicos inferiores), puede pensarse en colocar una malla de acero corrugado **-Imagen H-** en el centro de su espesor (mallazo de $\varnothing 4$ ó $\varnothing 5$).
- Durante el extendido del mortero se realizarán maestras para conseguir una superficie plana y uniforme. Después del regleado, se pasará una llana para obtener un acabado liso.



-Imagen G- Vista de la realización de la capa de compresión en una de las calles de la cubierta.



-Imagen H- Disposición de un mallazo sobre el tablero cerámico, previo al extendido de la capa de compresión.

- Se deberá evitar que el mortero pierda adherencia o se fisure minimizando las retracciones durante su endurecimiento. Para ello, se relacionan a continuación las siguientes medidas:
 - Preparación del soporte cerámico, el cual debe estar perfectamente limpio de polvo y de materias no adherentes.

- Humedecer los rasillones, sobre todo en tiempo caluroso, al objeto de impedir que absorba el agua del mortero de cemento.
- Colocación de una malla de acero en toda la superficie de la capa de compresión (en su caso), la cual reducirá las retracciones, además de mejorar los otros aspectos antes indicados.
- Una vez realizada la capa de mortero, se realizarán riegos de curado para evitar la desecación.

Colocación de una lámina impermeabilizante –en su caso–

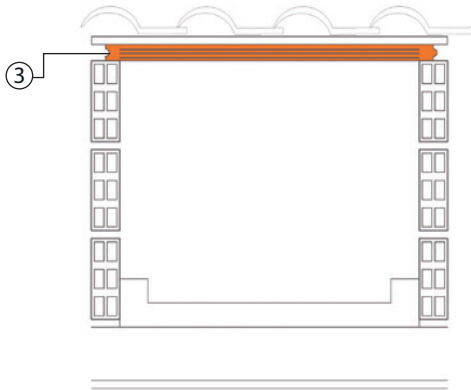
- Si se decidiera colocar una lámina impermeabilizante en los faldones **-Imagen I-**, deberán adoptarse las medidas necesarias para que la capa de impermeabilización no provoque el deslizamiento y/o fisuración de las capas que estén dispuestas superiormente a ésta. Cuando la pendiente del tejado es superior a la indicada en la Tabla 2.10 del CTE/DB-HS-1 no es necesario la colocación de dicha capa; por el contrario, cuando la pendiente es inferior sí debe disponerse.



-Imagen I- Colocación de una lámina impermeabilizante en un faldón de cubierta con poca pendiente. Falta por disponer otra capa sobre dicha lámina antes de colocar las tejas.

- Cuando se efectúe la colocación de dicha lámina impermeabilizante, deberán utilizarse sistemas adheridos (normalmente, llevados a cabo con materiales bituminosos o bituminosos modificados). Además de ello, con las pendientes habituales de este tipo de cubiertas, debe pensarse siempre en utilizar también sistemas fijados mecánicamente. Estas fijaciones se dispondrán en las zonas de solape de la impermeabilización para que queden protegidas y no sean puntos de entrada de agua.
- Para asegurar convenientemente la adherencia de las láminas de tipo bituminoso a la base donde se sitúen (normalmente sobre la capa de compresión de mortero de cemento), deberá aplicarse una imprimación bituminosa (habitualmente, emulsión de betún o asfalto líquido). Este producto se utiliza en frío, sin diluir, por medio de brocha o rodillo, asegurándose que la superficie a impregnar esté seca, libre de polvo, sin materiales sueltos o mal adheridos, así como carentes de residuos aceitosos o antiadherentes.
- Como se ha dicho, la colocación de esta impermeabilización puede favorecer el deslizamiento, por esta razón será muy conveniente la ejecución de ciertas capas adicionales sobre la misma (por ejemplo, un tendido de mortero sobre la lámina) y/o establecer otros procedimientos que aseguren la estabilidad del conjunto.

4.3 Tablero cerámico



-Esquema 3- Tablero cerámico formado por el conjunto de rasillones dispuestos en obra.

- El tablero cerámico es el conjunto de rasillones ya recibidos y colocados sobre los tabiquillos aligerados, formando la base para la creación del plano que conformará el faldón de la cubierta.
- El rasillón es una pieza cerámica de gran formato que recibe distintas denominaciones según las zonas y regiones donde nos encontremos; por ejemplo: machihembrado y bardo **-Imagen J-**.
- Las dimensiones de los rasillones son variables para poder adaptarse a distintas necesidades y diseños. Su longitud varía entre los 50 cm y los 2 m, si bien lo habitual es que tengan 1 m, como medida estándar. Las anchuras más normales son 25 cm y 30 cm. Finalmente, su espesor suele ser de 3,5 cm a 4 cm, aunque pueden llegar a los 6 cm en función de la longitud que tengan.
- El lateral de la longitud de la pieza (canto) debe tener un diseño que permita el encaje entre éstas cuando están colocadas. Normalmente este diseño es en machihembrado, de ahí que a la pieza se le conozca y nombre también por esta característica.

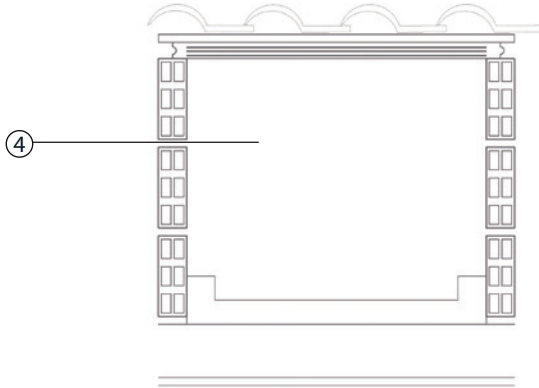
- Cuando se confronten las piezas en los apoyos, a sus testas se les aplicará un cordón de mortero de cemento.
- Según los modelos y los fabricantes, la forma de la testa puede tener diferentes acabados: recta, biselada, doble biselada y escalonada; siendo la primera la más generalizada. Hay que decir, no obstante, que los acabados diferentes a la de tipo 'recta' permiten el vertido de una mayor cantidad de mortero, lo que puede ser interesante porque consigue concentrar mayor volumen de este material justo en la zona de los apoyos.



-Imagen J- Proceso de colocación de los rasillones sobre los tabiquillos aligerados.

- La zona donde descansen los rasillones (coronación de los tabiquillos aligerados) debe ser continua (que no existan huecos donde no puedan apoyar), homogénea y perfectamente alineada con la pendiente prescrita en proyecto (normalmente 30% o superior).
- El apoyo extremo del tablero con los hastiales no debe hacerse de manera que la testa del rasillón quede al descubierto y en el mismo plano vertical exterior que la fábrica que lo forma (*ver Figura 9 –pág. 21– del libro 'Documentos de Orientación Técnica en Cubiertas', editado también por la Fundación Musaat*). En este caso, es deseable que el rasillón cerámico anexo al hastial no apoye sobre éste, salvo que el mencionado hastial tenga un espesor igual o superior a 1 pie. Si el hastial fuera de un espesor menor a 1 pie es aconsejable disponer un tabiquillo adjunto al mismo y cuya coronación esté a menor altura que el hastial (en un grueso igual al del rasillón + la capa de compresión) **-Detalle Constructivo 8-**.

4.4 Cámara de aire ventilada

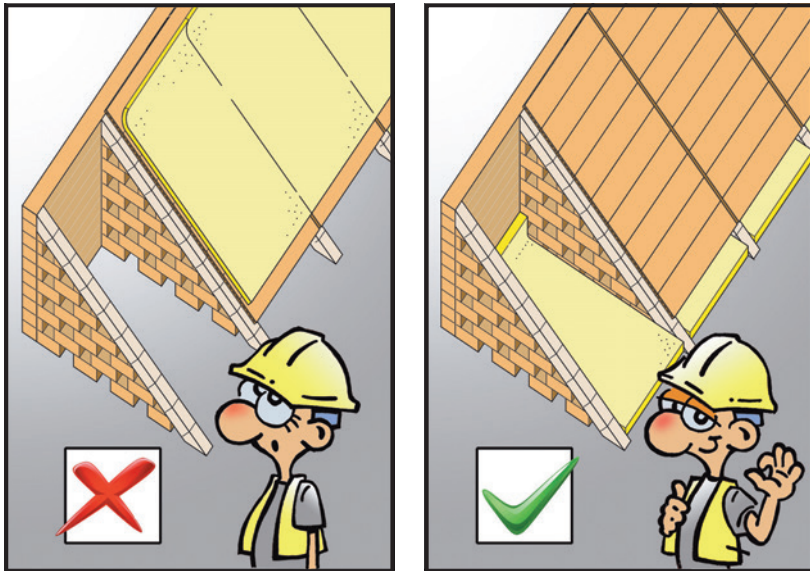


-Esquema 4- Cámara de aire ventilada situada entre el aislamiento y el tablero cerámico.

- En el apéndice A del CTE/DB-HS-1, se define la cámara de aire ventilada como el espacio de separación en la sección constructiva de una cubierta que permite la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de forma que se garantiza la ventilación cruzada.
- Una característica muy específica de esta capa de cubierta, es que no es un material de construcción en sí mismo, sino el resultado de dejar una separación vacía entre elementos constructivos.
- Durante la construcción de la cubierta debe evitarse que caigan cascos, rebabas de mortero y suciedad dentro de ella.
- La cámara de aire debe ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total S_s (en cm^2), y la superficie de la cubierta A_c (en m^2) cumpla la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$$

- El número y distribución de las tejas de ventilación (y por tanto del orificio inferior a realizar en el tablero) deberá hacerse según el grado de ventilación del que quiera dotarse a la cámara de aire. Esto implicará dimensionar estos orificios, así como identificar en proyecto la posición en planta por cada uno de los faldones **-Detalle Constructivo 5-**.
- La falta de realización de estas aberturas, algo excesivamente frecuente, puede provocar distintas problemáticas en la cubierta. Por eso, es necesario que se coloquen siempre tejas de ventilación efectivas, y además si se puede, que se dispongan otros orificios en la parte superior de los hastiales.
- Algo esencial, y que no se tiene en cuenta muchas veces, es que el aislamiento debe estar colocado por la parte interior e inferior de la cámara de aire ventilada **-Dibujo 3-**. Este criterio no se cumple, por ejemplo, cuando se decide aplicar poliuretano proyectado sobre el tablero cerámico, lo cual hace que: 1) o no se pueda ventilar la cámara, o 2) que al ventilarla se puentee y rompa la eficacia de la capa aislante.



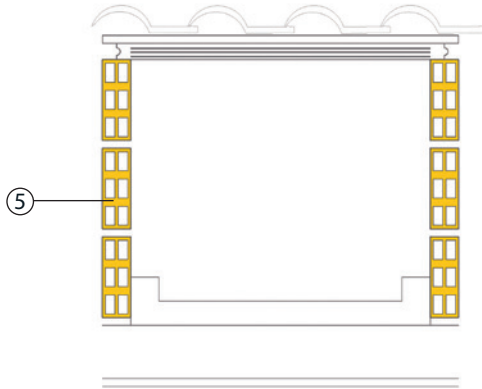
-Dibujo 3- Ubicación incorrecta y ubicación adecuada del aislamiento en una cubierta inclinada con cámara de aire ventilada.

- Es deseable escoger tejas de ventilación cuya superficie de abertura sea generosa, al objeto de obtener un área de ventilación lo más eficaz posible (lo cual se consigue normalmente con mayor facilidad con aquellas tejas de ventilación diseñadas con una protuberancia en su dorso, que con aquellas que tienen un rehundido).
- Durante la ejecución deberá prestarse especial cuidado el verificar que debajo de cada teja de ventilación hay efectivamente practicado un orificio en el tablero cerámico.
- Las tejas de ventilación deberán disponer de un sistema (rejilla o similar) que no permita a pájaros o roedores acceder y anidar en la cámara de aire **-Imagen K-**. En caso de que no sea así, será necesario colocar algún elemento sobre el orificio del tablero y bajo la teja de ventilación que consiga el mismo efecto.
- Una forma de diseñar y realizar el cálculo de la ventilación de este tipo de cubiertas está desarrollada en la *página 16 del libro 'Documentos de Orientación Técnica en Cubiertas' (editado también por la Fundación Musaat).*



-Imagen K- Vista de la colocación de una teja de ventilación en un faldón de cubierta ya ejecutado.

4.5 Fábricas de cubierta



-Esquema 5- Fábricas de cubierta (tabiquillos) situadas sobre el soporte resistente (forjado).

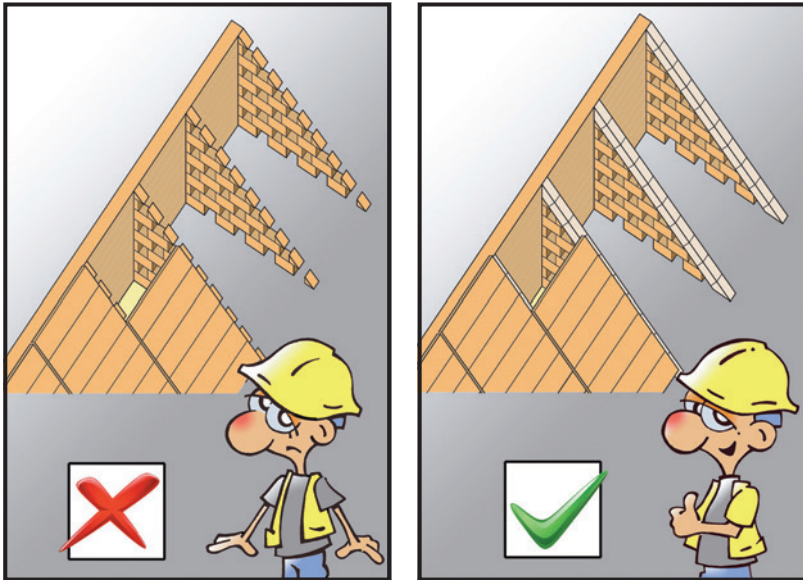
- La formación de pendientes de la cubierta deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Las fábricas de cubierta pueden ser de tres tipos, según su naturaleza y función: tabiquillos aligerados, hastiales y pretiles. A continuación, explicaremos las características principales y posteriormente los aspectos primordiales relativos a su construcción.

4.5.1 Tipos de fábricas de cubierta

4.5.1.1 Tabiquillos aligerados

- Se trata de tabiques o tabicones realizados con ladrillo hueco separados entre sí horizontalmente y que sirven como apoyo y formación de pendientes de los faldones dispuestos sobre forjados no inclinados. Comúnmente se denominan en construcción como tabiquillos palomeros, si bien en diversas zonas se les conoce también como tabiquillos conejeros.

- La realización de estos tabiquillos es aconsejable que se efectúe con ladrillo hueco doble (espesor de tabicón), dejando el uso del ladrillo hueco sencillo (espesor de tabique) para casos puntuales: con poca altura de coronación y cuando la distancia entre sí de los tabiquillos sea reducida. Por el contrario, para casos especiales, para ciertos tabiquillos bajo la cumbrera, para tabiquillos con mayor separación entre calles, para los que sean muy altos o con más carga... puede pensarse en disponer el ladrillo de forma acostada (levantar una citara en lugar de un tabicón), o incluso –si fuera preciso–, realizarlo con ladrillo hueco triple.
- La separación horizontal entre los ladrillos se hará distanciando éstos un cuarto de su longitud (las piezas cerámicas se apoyarán solo por sus extremos). Debe considerarse un error grave el ejecutar tabiquillos sin huecos entre los ladrillos, pues inhabilitaría la ventilación cruzada del aire, conformando múltiples cámaras estancas bajo el tablero que favorecerían la aparición de condensaciones.
- Se asegurará que los huecos entre ladrillos de cada hilada queden cerrados superiormente por la hilada siguiente, manteniendo la misma separación entre ladrillos que en la primera hilada. En su levante, se verificará que los tabiquillos estén perfectamente alineados, aplomados y con la inclinación superior adecuada a la pendiente prescrita.
- La coronación de los tabiquillos no debe finalizarse en cada hilada con el ladrillo cortado en cuña sin más, pues haría que el tablero cerámico no tuviera un apoyo continuo y homogéneo, dado que en muchos puntos tendría un espacio hueco debajo. Para mejorar este hecho, debería ejecutarse, al menos, una maestra de remate superior realiza con mortero de cemento (o con pasta de yeso). Esta maestra deberá estar totalmente fraguada cuando se pongan los rasillones, de forma que no exista adherencia.
- Una solución mejor que la maestra antes referida, sería acabar superiormente cada tabiquillo con una hilada continua de ladrillos **-Imagen L-**, sin separación entre las testas, y colocada con la inclinación que indique el proyecto (paralela a la línea de máxima pendiente: habitualmente un 30%) **-Dibujo 4-**. A esta solución la denominaremos ‘tabiquillo con coronación de hilada continua de ladrillo’.



-Dibujo 4- Formas de terminación de la coronación de los tabiquillos aligerados.

- Durante el levante de los tabiquillos debe mantenerse presente un cordel que marque la cota de finalización de éstos y que señale la pendiente que debe de conseguirse.
- La separación entre los tabiquillos será normalmente de 1 m, si bien pueden ejecutarse con otras separaciones si el proyecto así lo contempla (y se ajusta a la longitud de los rasillones disponibles comercialmente). Al espacio que se forma entre cada uno de los tabiquillos lo denominaremos 'calle'.
- Hay diversas variantes de tabiquillos¹, según su uso y cometido.
 - **Tabiquillo ordinario:** Es el habitual y el que forma de manera estándar la formación de pendientes de la cubierta **-Imagen L-**. Su trazado debe hacerse perpendicular a la línea de alero y nunca paralelo a ésta.

¹ A falta de una denominación específica y habitualmente reconocida por todos, los autores han decidido utilizar los siguientes nombres: tabiquillo ordinario, tabiquillo de cumbre, tabiquillo de lima y tabiquillo de arriostramiento.



-Imagen L- Acabado de la coronación de los tabiquillos aligerados con una hilada continua de ladrillo, dispuesta con una inclinación igual a la línea de máxima pendiente de la cubierta. A la izquierda puede verse también dos fábricas pareadas para la resolución de una junta de dilatación.

- Tabiquillo de cumbrera: Es el que se sitúa debajo de la línea de cumbrera, tal como indica su nombre **-Imagen M-**. Es deseable que esté enjarjado con todos los demás que acometan a él. En función de su altura y longitud (u otros condicionantes) puede ser conveniente que se realice con un porcentaje de huecos menor que los tabiquillos ordinarios. Incluso, si fuera preciso según las características del diseño, la ubicación de la obra y las solicitudes, puede considerarse ejecutarlo con una citara de ladrillo hueco doble o con ladrillo hueco triple.



-Imagen M- Proceso de la ejecución de un tabiquillo de cumbrera.

- **Tabiquillo de lima:** Es aquel que se sitúa debajo de las líneas de confluencia entre los faldones, formando limatesas o limahoyas. Bajo estas últimas es conveniente que se levanten dos tabiquillos de forma pareada, de manera que se pueda conformar un espacio para la recepción y canalización del agua, con suficiente capacidad de desagüe (limahoya en forma de U).
- **Tabiquillo de arriostramiento:** Son aquellos que se ejecutan perpendicularmente respecto al tabiquillo ordinario para dar a éstos mayor estabilidad y engarce transversal. A pesar de que en muchos casos son necesarios, no es habitual que se lleven a cabo. Cuando la altura de la cumbrera sea mayor a 2,5m es deseable realizarlos (valor orientativo), si bien deberán de tenerse en cuenta otros parámetros (como el espesor de los tabiquillos ordinarios, el ancho de las calles y la exposición de la cubierta) para decidir el criterio concreto en cada obra. Para algunos autores, el tabiquillo de arriostramiento debe ponerse a una distancia tal que entre dos de ellos el desnivel del faldón no sea superior a 1 m.

4.5.1.2 Hastiales

- Como se sabe, el hastial, piñón o culata es el muro triangular de la parte superior de un edificio delimitado entre el último forjado y los faldones de la cubierta -Imagen N-. Cuando el hastial forma parte de la fachada se denomina frontón.



-Imagen N- Vista del lateral de una cubierta en ejecución: hastial realizado con fábrica de ladrillo perforado.

- Cuando el hastial no está tapado, no es medianero o contiguo a otra construcción, es posible (y recomendable) ubicar en él aberturas de ventilación en su parte superior de forma que se pueda airear la cámara de aire también por aquí.
- En numerosas ocasiones es el primer elemento que se levanta sobre el forjado de cubierta. Se ejecuta con mayor habitualidad con fábrica de ladrillo cerámico perforado.
- En caso de que se apoyen sobre el hastial los rasillones (como alternativa a hacerlo sobre un tabiquillo adosado a él), dichos rasillones no deberán tener sus testas más allá del eje del hastial.
- El proceso de modulación se hará de tal forma que no sea necesario la utilización de piezas de dimensión menor a $1/2$ soga (mitad longitudinal de un ladrillo), ni menor a 1 grueso (alto de los ladrillos).

4.5.1.3 Pretil

- Si el pretil se realizara de 1 pie de espesor, los ladrillos deberán situarse en la misma hilada colocándolos a soga y a tizón alternos (aparejo gótico simple), evitando realizarlo solo a tizón. No obstante, es más deseable realizar un pretil de 2 medios pies de ladrillo perforado (entrelazados) **-Detalle Constructivo 3-**.
- Si la fábrica se realizara de $1/2$ pie de espesor, hay que evaluar la conveniencia de colocarle pilastras rigidizadoras **-Detalle Constructivo 7-**.

4.5.2 Condiciones generales de ejecución

En el levante de las fábricas se tendrán en cuenta estos aspectos generales:

- La disposición de la primera hilada de ladrillos sobre el borde del forjado (pretil y hastiales) debe cumplir la condición de que su ancho de apoyo sea $\geq 2/3$ de su espesor (y por tanto, que la parte volada sea $\leq 1/3$).
- La colocación de las piezas se hará a "restregón y muñequo", asegurando que el mortero que se ha aplicado previamente rebose por las llagas (juntas verticales) y tendeles (juntas horizontales).
- En general, la mezcla de agarre deberá macizar la totalidad del espesor de las juntas y del grosor de la fábrica. Si durante la colocación de las

piezas, el mortero no hubiera rebosado por alguna de las juntas (horizontales o verticales), se añadirá la cantidad de mezcla necesaria y se presionará con la paleta.

- Una vez colocados los ladrillos, éstos no deben moverse para asegurar la adherencia con el mortero.
- Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones climáticas con baja humedad ambiente, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.
- El solape (o monte) entre ladrillos será igual o mayor al 40% de su longitud, y nunca menor que 4 cm.
- En las esquinas, rincones o encuentros, el solape no será menor que la dimensión de su tizón. En el resto del paño, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.
- En caso de que esté previsto la colocación de armaduras en las juntas horizontales, se colocarán lo más centradas posible de su grosor y bien envueltas por el mortero.
- Si hubiese que retirar algunas piezas, se debe eliminar también el mortero aledaño. Después de ello, se limpiarán los ladrillos de restos de mortero y se aplicará una nueva mezcla sobre la fábrica que se esté levantando.

4.5.3 Encuentros y puntos singulares

4.5.3.1 Canales encastrados

- El canalón empotrado o encastrado es la tipología concebida para la solución constructiva que se prevé en esta monografía **-Detalle Constructivo 3-**. Este canalón debe hacerse en la parte posterior al pretil y con un ancho suficiente para permitir una adecuada recepción del agua de lluvia, pero también para efectuar un fácil y correcto proceso de mantenimiento. Más allá de los cálculos necesarios a hacer, según la ubicación del edificio y lo previsto en la normativa en vigor, los autores creen que su ancho debería ser ≥ 25 cm. Cuando el canalón recoja el agua por ambos lados -de dos faldones- (y teniendo en cuenta que el CTE prevé un vuelo mínimo de las tejas ≥ 5 cm) el ancho del canalón se aumentará para ser siempre ≥ 30 cm.

- La pendiente del canalón (en función de la pluviometría, la ubicación del edificio y el tamaño del faldón), deberá ser la mayor que podamos para permitir así una evacuación lo más rápida posible. Si bien el CTE/DB-HS1 permite valores inferiores, es deseable intentar tener pendientes del 2 % ó 3 %.
- Para evitar posibles puentes térmicos, se puede colocar un aislamiento rígido (tipo XPS) sobre el forjado, antes de realizar la pendiente del canalón **-Detalle Constructivo 7-**.
- Este tipo de canalón, realizado con fábrica de ladrillo, se enfoscará interiormente con mortero de cemento. Una vez fraguado y seco dicho mortero, se colocará una lámina impermeabilizante (resistente a la intemperie) adherida totalmente al soporte². En el caso de utilizar láminas LBM **-Imagen P-**, se aplicará una emulsión de betún o asfalto líquido para asegurar una adecuada adherencia entre el mortero de cemento y el dorso de la lámina. En su puesta en obra se tendrán en cuenta el resto de criterios expresados para las impermeabilizaciones (ver apartados 3.5 y 4.2).



-Imagen P- Impermeabilización de un canalón con lámina de betún modificado.

- Dado que por el canalón pasa toda el agua que vierte sobre la cubierta, parece razonable tomar precauciones para doblar las medidas de seguridad

² Una opción alternativa para impermeabilizar el canalón podría ser un sistema de impermeabilización líquida (por ejemplo, resina de poliéster armada con un tejido-no-tejido de vidrio)

ante las filtraciones. Por esta razón, una de las opciones que cabe manejar es disponer de 'un doble canalón'. En este sentido, una opción factible es colocar sobre la lámina antes indicada un canalón de chapa metálica.

- El canalón de chapa deberá tener una protección antioxidante, o estar formado por una aleación que no le haga fácilmente putrescible.
- Este canalón metálico deberá dotársele de la misma geometría que el canalón de fábrica inferior para que el ajuste sea óptimo. Después de ello, convendrá tomar las medidas necesarias para sellarlo adecuadamente en todos sus extremos.
- Las tejas que viertan al canalón deberán volar sobre éste ≥ 5 cm.

4.5.3.2 Conductos de ventilación

- El encuentro con los elementos pasantes es uno de los puntos más conflictivos y críticos en las cubiertas inclinadas, dado que puede comprometer la estanqueidad. De entre ellos (chimeneas, conductos de ventilación, ...) estos últimos son los más habituales y en los que se debe poner especial atención en el proyecto para diseñar una solución eficaz y duradera.
- En la parte posterior y lateral de estos conductos ('shunts'), deberá situarse una lámina impermeabilizante que proteja y asegure esta zona. Antes de ello, convendrá adaptar con mortero la pendiente de esta zona para que la evacuación se dirija hacia los lados y el agua pueda distribuirse por las tejas anexas **-Imagen R-** Para dar mayor durabilidad, hay quienes además prefieren colocar también un babero adicional de chapa, o poner tejas curvas en sentido cóncavo para formar una canal que recoja el agua y que proteja a la lámina de la radiación solar directa.

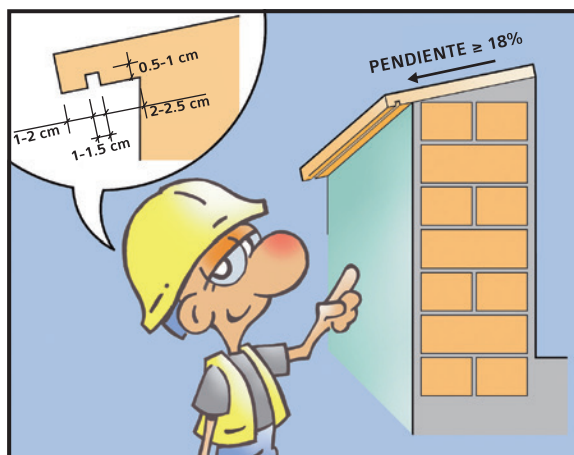


-Imagen R- Inicio del proceso de resolución de un encuentro de un faldón con un conducto de ventilación.

- Otra forma de resolución que permite una mejor y mayor recogida de la lluvia, es ejecutar un canalón en la parte posterior del 'shunt' o de cualquier otro elemento pasante que interrumpa el normal discurrir del agua por el faldón -Detalle Constructivo 4-. Esta solución es más conveniente cuanto más grande o ancho pueda ser dicho elemento pasante. Su ejecución es más compleja dado que se necesita hacer un rehundido en el plano del tablero y levantar previamente un tabiquillo de apoyo para el canalón.

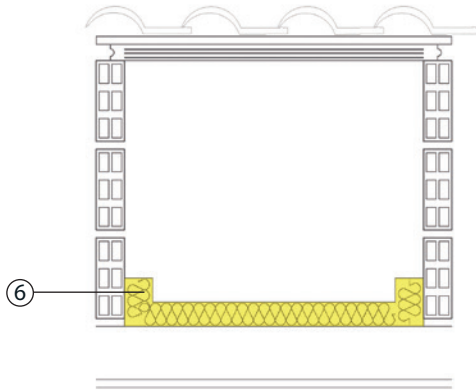
4.5.3.3 Albardillas

- Según normativa, las albardillas deberán tener de pendiente -al menos- 10° (18% de inclinación) -Dibujo 5-; aspecto que no se cumple en la gran mayoría de las ocasiones. Por ejemplo, para un grueso de pretil de 25 cm habría un desnivel entre los extremos de 4,4 cm (vertiendo a un solo lateral).
- El material del que esté constituido la albardilla debe ser impermeable.
- Las albardillas deberán poseer siempre un goterón en su parte inferior.
- El borde visto de las albardillas de piedra natural o artificial se recomienda que vuele unos 5 cm, respecto al revestimiento de acabado de la fachada.
- En el caso de albardillas de piezas cerámicas o metálicas con goterón incorporado, éste se encontrará separado del paramento al menos 2 cm.



-Dibujo 5- Diseño de la pendiente y de la formación de goterón de una albardilla.

4.6 Aislamiento



-Esquema 6- Capa aislante formada por un aislamiento flexible de lana de vidrio.

- La situación del aislamiento será sobre la cara superior del soporte resistente (forjado).
- En general, el aislamiento tendrá que colocarse sin holgura entre las piezas, de manera que toda la superficie del forjado (sin contar el grosor de los tabiquillos) quede recubierta.
- Se utilizarán las herramientas apropiadas para realizar los cortes, evitando el desgarro del material utilizado como aislamiento.
- El tipo de aislamiento a colocar, su espesor y densidad, será el que venga definido en el proyecto.
- El material de aislamiento considerado en esta monografía será el de aquellos que genéricamente vengan en un formato comercial flexible, ya sea en paneles o en rollos. Por su mayor uso y habitualidad, nos centraremos en la variante más común: lana de vidrio (dicho producto, junto con la lana de roca pertenecen al grupo denominado 'lanas minerales').

- En los casos en que el aislamiento disponga de un papel adherido en una de las caras que actúe como barrera de vapor (papel kraft), deberá siempre colocarse mirando hacia el interior del edificio (es decir, en contacto con la cara superior del forjado); hacerlo al contrario debe considerarse un error **-Imagen S-**.



-Imagen S- Colocación del aislamiento de lana de vidrio con el papel kraft hacia arriba (error). Vista también del deterioro de dicho aislamiento por el pisoteo de los operarios.

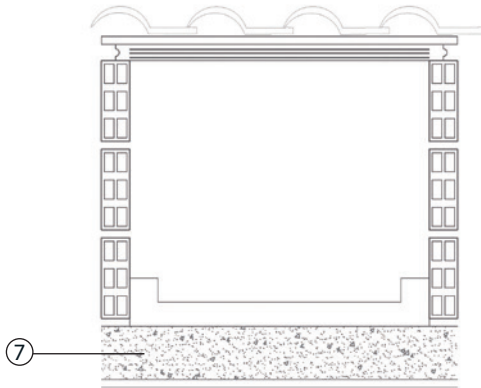
- Durante la colocación del aislamiento se tomarán las necesarias precauciones para que los operarios no pisen ni deterioren este material **-Imagen S-** (en caso de que sean rollos, éstos deberán irse desenrollando conforme se vayan colocando los rasillones **-Dibujo 6-**). De igual modo, se asegurará que no caigan cascotes o restos de mortero y, en caso de que esto ocurra, se retirarán a la mayor brevedad posible.



-Dibujo 6- Despliegue de rollo de aislamiento sobre el forjado.
Colocación entre tabiquillos.

- El aislamiento no deberá permanecer mojado, ni siquiera accidentalmente. Si esto ocurriera (bien por efecto de la lluvia o por la caída de un cubo de agua) tendrá que desecharse esa pieza y sustituirse por otra en perfectas condiciones de utilización.
- El ancho de las piezas (rollos o paneles) deberá ser mayor que el ámbito de las calles (distancia entre tabiquillos aligerados). Este sobrecancho se doblará verticalmente para solapar con la parte baja de los tabiquillos (≥ 10 cm).

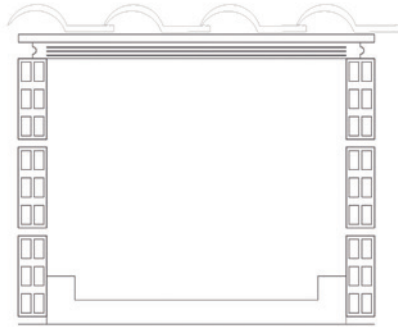
4.7 Soporte resistente



-Esquema 7- Forjado de hormigón armado que actúa como soporte resistente.

- El soporte resistente sobre el que descansará constructiva y mecánicamente el resto de las capas de la cubierta, será un forjado; habitualmente, de hormigón armado. Estos forjados se desarrollarán en otras monografías de la presente colección de 'Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos'.
- Los forjados deberán cumplir con todo lo indicado en la normativa técnica de aplicación: actualmente, la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) para forjados de hormigón armado o pretensado, así como la Instrucción de Acero Estructural (EAE -2011-) para forjados de acero.
- La configuración de este sistema constructivo implica que el forjado en cuestión se encuentre en horizontal, dado que la formación de pendientes se conseguirá mediante los tabiquillos aligerados, el tablero cerámico y la capa de compresión.
- Los forjados sobre los que se ejecutará la cubierta deberán tener una edad superior a los 28 días y una resistencia acorde con las cargas a recibir, las cuales cumplirán con lo indicado en el proyecto y en la legislación vigente.
- Antes de los primeros trabajos de ejecución de la cubierta sobre el forjado, éste deberá limpiarse de los restos de obra que pudiera haber.

4.8 Revestimiento interior



8

-Esquema 8- Revestimiento interior formado por un guarnecido y enlucido de yeso.

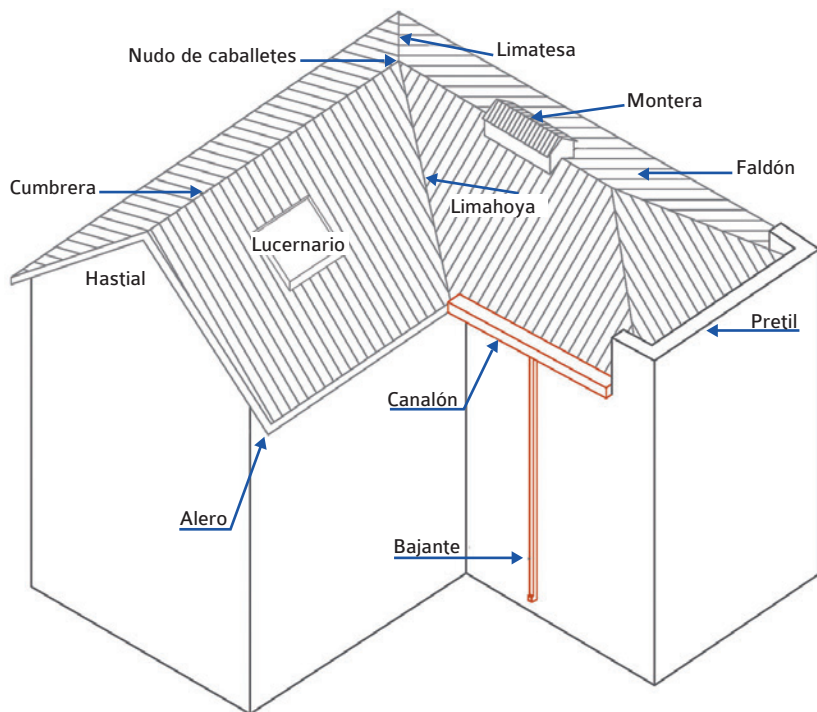
- Los revestimientos de yeso se suelen ejecutar extendiendo una capa de unos 15 mm de espesor (denominada 'guarnecido'), sobre la que se aplica una capa de acabado más fina de unos 2-3 mm (denominada 'enlucido'). En cada una de estas capas debe utilizarse el tipo de yeso específico que recomiende el fabricante.
- El revestimiento de yeso se puede aplicar también por procedimientos mecánicos, mediante proyección (hoy en día cada vez más habitual).
- Si la obra lo requiriera, si bien no es habitual ni recomendable, sería posible aplicar espesores superiores a 20 mm, para lo cual se podría utilizar yeso proyectado, al permitir éste aplicar una segunda capa sobre la primera todavía fresca.
- Se asegurará siempre que la superficie inferior del forjado (base donde se aplicará el guarnecido) esté lo suficientemente limpia para conseguir una adecuada adherencia del yeso.
- Esta capa de acabado debe aplicarse por personal cualificado (yesista).
- Cuando sea preciso, se podrá colocar una malla de refuerzo sobre aquellos puntos en los que pudiera haber problemáticas (por ejemplo, rotura de la cara inferior de una bovedilla).

5 DETALLES CONSTRUCTIVOS

En este apartado se representa una serie de detalles constructivos sobre la disposición de los puntos singulares y/o más representativos de las cubiertas inclinadas convencionales de teja cerámica (formadas por capa de compresión, tablero cerámico, cámara de aire ventilada, fábricas de cubierta, aislamiento, soporte resistente y revestimiento interior), al objeto de intentar minimizar las patologías que pudieran presentarse en esta unidad de obra.

Comentar, que estas ilustraciones son de carácter orientativo, si bien tienen en consideración las prescripciones de la normativa vigente (CTE/DB-HS-1), así como la experiencia de los autores en procesos patológicos de estos elementos constructivos.

Los detalles incorporados que figuran en esta publicación y realizados ad hoc, van especialmente dirigidos (como el resto del manual) a técnicos con escasa experiencia profesional, técnicos noveles, e incluso, como complemento para los estudiantes relacionados con esta profesión.



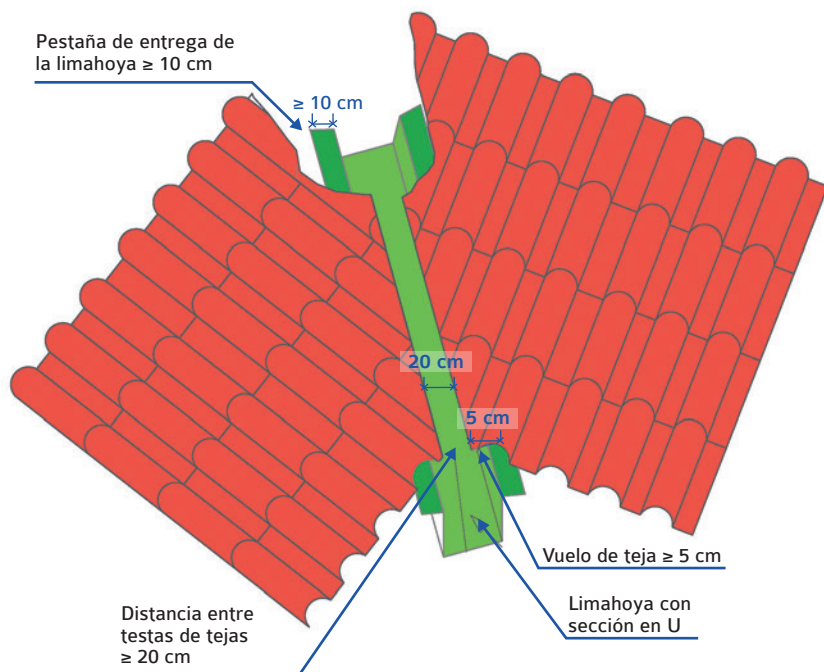
-Detalle 1- Nombre de los elementos y partes de una cubierta inclinada

Descripción

Esquema simplificado de una edificación con cubierta inclinada. Se nombran los elementos visibles desde el exterior, obviando en este detalle los elementos internos que componen la formación de pendientes, la impermeabilización, el aislamiento, etc.

En el detalle se enumeran y localizan los diferentes elementos y puntos singulares, objeto de mención, que pueden entrar a formar parte de este tipo de cobertura, como son:

- | | | |
|-------------------------|--------------|------------------|
| 1.- Cumbreira. | 5.- Alero. | 9.- Canalón. |
| 2.- Nudo de caballetes. | 6.- Faldón. | 10.- Bajante. |
| 3.- Limatesa. | 7.- Hastial. | 11.- Lucernario. |
| 4.- Limahoya. | 8.- Pretil. | 12.- Montera. |



-Detalle 2- Disposición de la limahoya entre dos faldones.

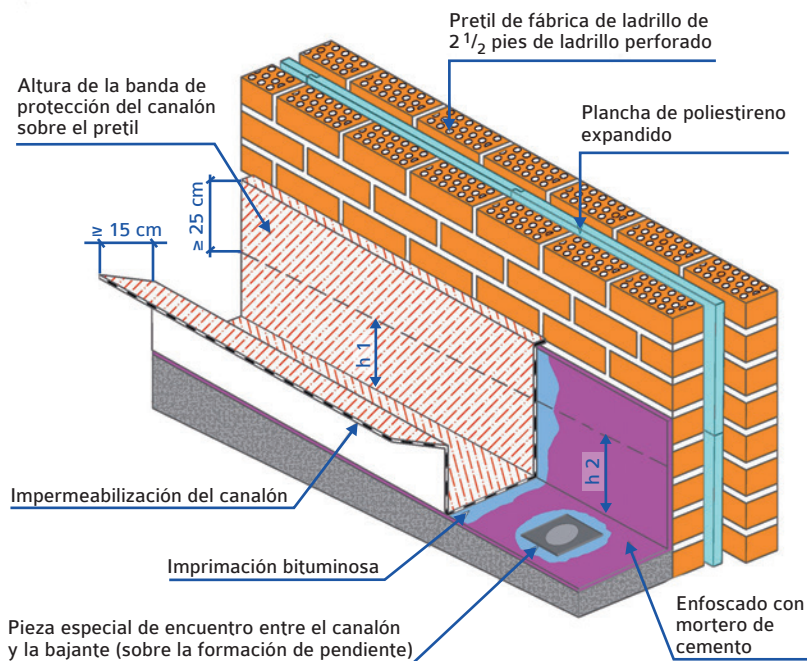
Descripción

Este detalle muestra el encuentro de una limahoya con sus dos paños laterales de los que recibe el agua de lluvia.

El vuelo de la teja sobre la limahoya deberá ser mayor o igual a 5 cm, aunque es recomendable que tenga varios centímetros más para evitar puntos donde exista retroceso del agua por la cara inferior de las tejas de borde. De igual modo, dichas tejas deben ir totalmente macizadas, de tal manera que el espacio curvo debajo de sus cobijas se rellene con mortero de cemento.

La separación entre testas de teja debe asegurar un ancho suficiente para facilitar la limpieza y mantenimiento (≥ 20 cm). Todas estas tejas deberán ir cortadas a inglete.

El proceso de corte de los rasillones cerámicos (al tener que ser cortados en ángulo) se hará cuidando que no resulten dañados o fisurados, en cuyo caso de desecharán.



-Detalle 3- Diseño y configuración de un canalón encastrado junto a pretil de 2 medios pies de ladrillo.

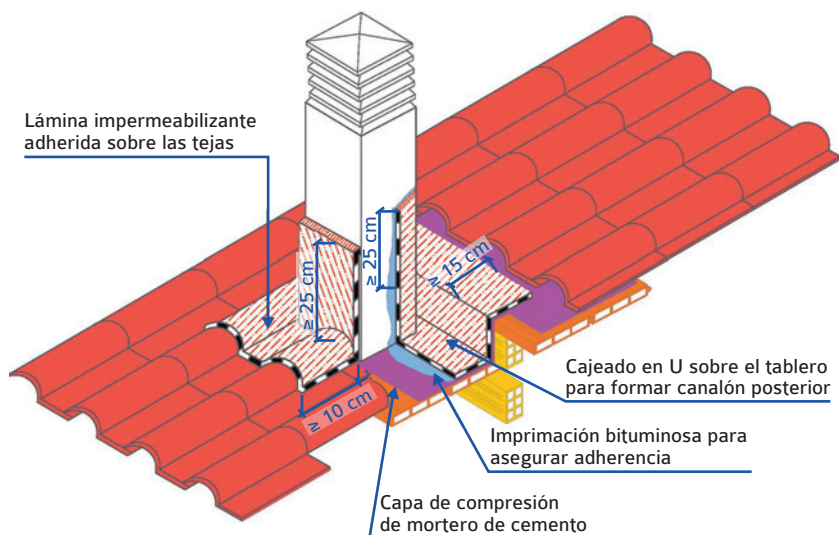
Descripción

Detalle de la formación de un canalón encastrado y adosado a la cara interior de un pretil de fábrica de 2 hojas de 1/2 pie de ladrillo tosco perforado con interposición de planchas rígidas de poliestireno expandido.

En el detalle constructivo se indican las medidas mínimas de los solapes de la lámina de impermeabilización con sus elementos aledaños (15 cm sobre el faldón y 25 cm de entrega vertical sobre el pretil).

En el encuentro con la bajante de pluviales se colocará una pieza especial que asegure la estanqueidad en su unión con la lámina de impermeabilización (por ejemplo, mediante una cazoleta de EPDM).

Sobre la impermeabilización se colocará el canalón propiamente dicho (realizado con chapa galvanizada o chapa prelacada), el cual no se ha representado en el detalle.



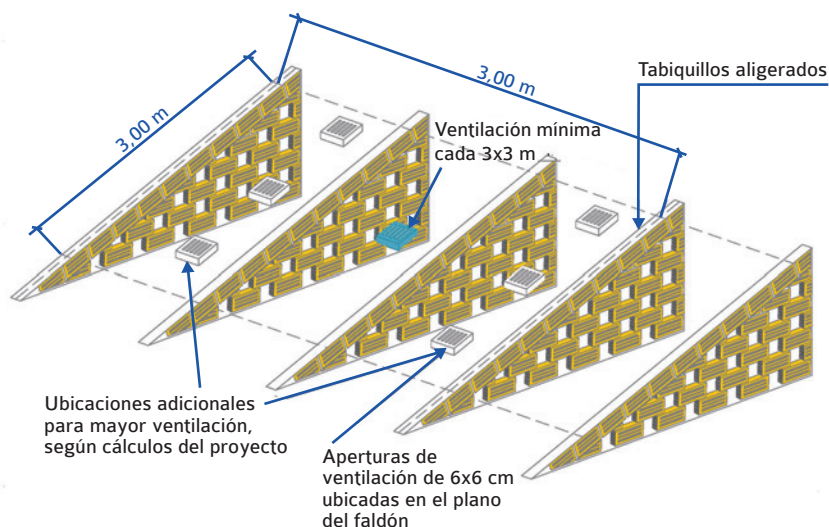
-Detalle 4- Encuentro de un faldón con un conducto de ventilación.

Descripción

Representación del encuentro de un faldón de cubierta con un conducto de ventilación. En su tramo inferior, este punto singular se resuelve mediante la colocación de una lámina impermeabilizante (dispuesta sobre una imprimación bituminosa), adherida a la teja y a la fábrica de ladrillo que rodea al conducto.

En la parte posterior (aguas arriba), se ejecuta previamente un pequeño canalón en todo el ancho del conducto, evitando así que el agua de bajada choque directamente sobre el paramento vertical de dicho conducto.

En el detalle, la impermeabilización del canalón se representa como una membrana única para facilitar la comprensión del lector; no obstante, dicha membrana está formada por dos láminas bituminosas totalmente adheridas en su superficie (hay que tener la precaución de que la segunda lámina sea de tipo autoprotectido). Puede optarse también por colocar encima un babero metálico que le dé más protección.



-Detalle 5- Distribución y dimensionamiento de las aperturas de ventilación en un faldón.

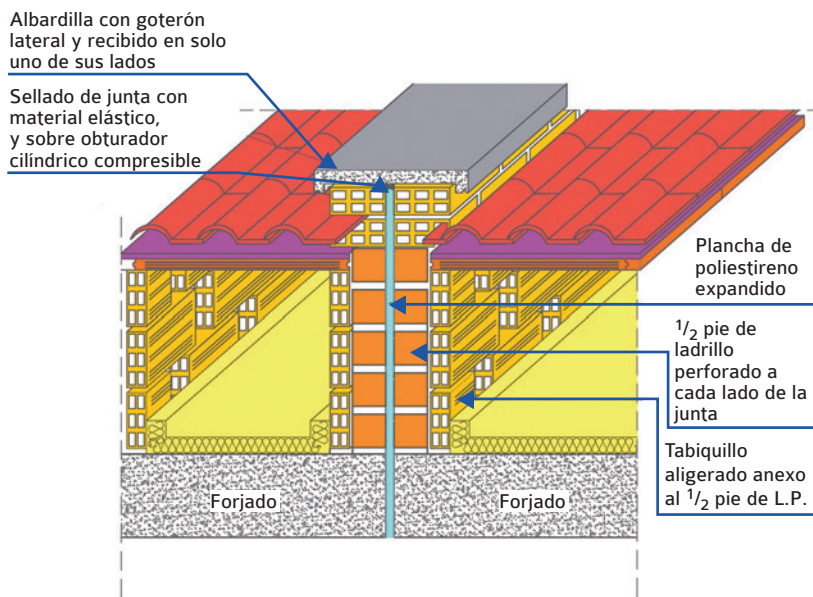
Descripción

Detalle esquemático del replanteo para efectuar la ventilación de la cámara de aire bajo el faldón inclinado de una cubierta.

Deberá calcularse el número de estas aperturas, lo cual dependerá de la superficie total a ventilar, la dimensión de los huecos que perforan el tablero y el grado de ventilación que queremos conseguir en nuestro proyecto.

Como dato orientativo y práctico, deberá dotarse -al menos- de un orificio de ventilación (de dimensiones 6x6 cm) por cada 3 m x 3 m de superficie del faldón a ventilar. Este número podrá aumentarse hasta llegar a una ratio de 7 orificios de ventilación.

La distribución de las aperturas garantizará la ventilación cruzada, por lo que preferiblemente se deben ubicar los puntos de ventilación de manera enfrentada entre faldones convergentes, teniendo también la conveniencia de situarlos al tresbolillo.



-Detalle 6- Forma de resolución constructiva de una junta de dilatación emergida.

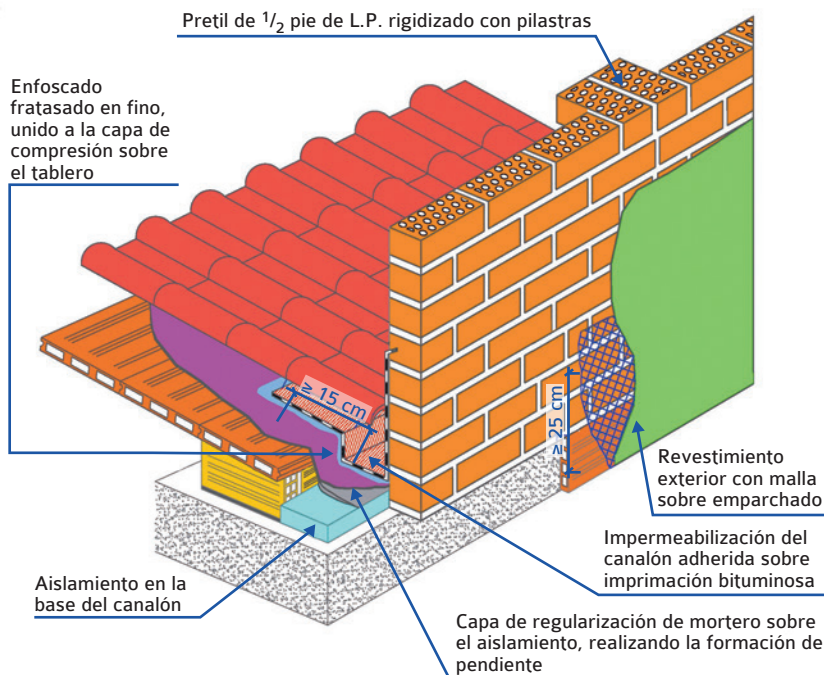
Descripción

Detalle constructivo en el que se representa una junta de dilatación estructural atravesando la cubierta inclinada de un edificio.

A ambos lados de la junta se realizará una fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado, entre las cuales se dispondrá un material elástico/compresible (p.ej. poliestireno expandido). Sobre estas fábricas no se apoyarán los rasillos cerámicos, si no que se efectuará sobre los pertinentes tabiquillos aligerados.

Las fábricas de 1/2 pie subirán a una cota levemente superior a la del plano inclinado que forman los faldones. Sobre dichas fábricas, se colocarán otros ladrillos (pueden ser ladrillos huecos dobles en un ancho de citara) que montarán/solaparán sobre las tejas.

Finalmente, todo el conjunto se rematará con una albardilla (que deberá tener goterones en ambos laterales), la cual estará recibida solamente por un lateral.



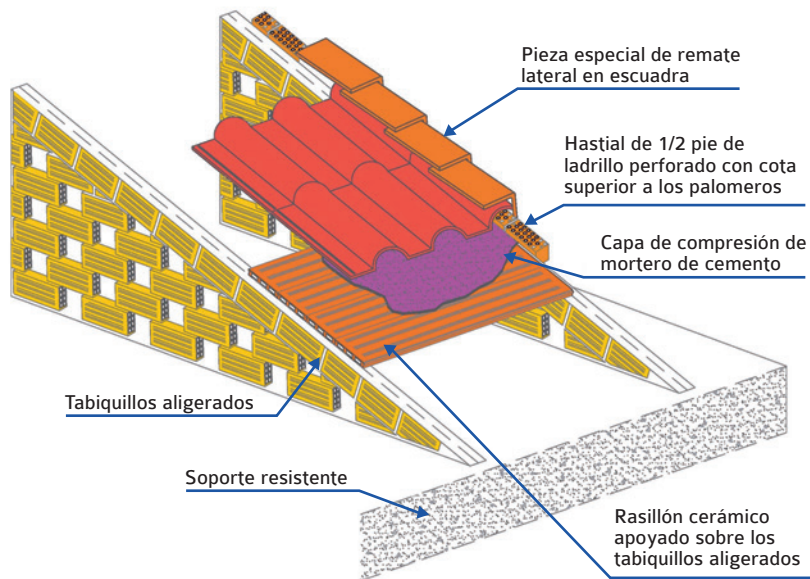
-Detalle 7- Encuentro de un canalón con un pretil de medio pie, apilastrado y enfoscado.

Descripción

Sección en perspectiva que muestra la formación de un canalón oculto tras un pretil apilastrado de fábrica de 1/2 pie de ladrillo perforado.

Para la ejecución del canalón se coloca en la base un aislamiento rígido (p.ej. poliestireno extruido) dispuesto sobre el soporte resistente. La formación de pendientes se realiza vertiendo una capa de mortero de cemento sobre el aislamiento y conformando los espesores necesarios para ello. Sobre esta capa, se aplicará una imprimación bituminosa, a la que se adherirá la lámina impermeabilizante; finalmente, se colocará el canalón de chapa (aquí no representado).

La pendiente mínima del canalón hasta el desagüe, según normativa vigente (CTE), es del 1 %, aunque es aconsejable para este tipo de canalones conseguir al menos un 2 % para evitar retenciones de agua y garantizar una rápida evacuación.



-Detalle 8- Conformación de calles y remate de un borde lateral con un hastial.

Descripción

Detalle constructivo en el que puede verse la formación de las calles que conforman entre sí los tabiquillos aligerados. La disposición deberá ser siempre perpendicular a la línea de alero, y nunca paralela a ella. La coronación de estos tabiquillos se realizará mediante la disposición de una hilada continua de ladrillo, la cual se ejecutará con la pendiente propia de la cubierta.

La capa de compresión de mortero de cemento se maestreará, regleará y fratará. Las tejas (mixtas o planas) se deberán recibir todas con mortero bastardo (cemento y cal). En caso de tejas curvas, pueden recibirse las que hagan la función de canales, mientras que las cobijas pueden optarse por hacerlo cada varias hiladas, según la pendiente y el grado de exposición de la cubierta.

La fábrica que forma el hastial no deberá servir de apoyo a los rasillones cerámicos, salvo que la misma se haga de 1 pie de espesor. La arista de borde entre la cobertura y la coronación del hastial se rematará colocando una pieza especial diseñada para ello.

AUTORES

MANUEL JESÚS CARRETERO AYUSO

Arquitecto Técnico

Dr. Ingeniero de Edificación

Máster en Facility BIM Manager

Máster en Energética de Edificación

Máster de Investigación en Ingeniería y Arquitectura



El autor, nacido en Extremadura, se define como un hombre perseverante, al que le encanta la construcción y que vive con pasión el mundo de la arquitectura técnica. Su experiencia laboral, de más de 29 años, la ha llevado a cabo en distintos ámbitos.

La mayor parte de su actividad profesional la realiza en la empresa privada, primero como miembro de la oficina técnica de una empresa de estructuras y prefabricados industriales, seguidamente en una entidad de control de calidad en el área de edificación (control de ejecución de obras públicas y privadas, asistencia técnica y supervisión de proyectos) y posteriormente en un estudio de ingeniería y arquitectura en el que intervino en la redacción y realización de proyectos de nueva planta, rehabilitación y urbanización.

En el ámbito de la docencia, como profesor asociado de la Universidad de Extremadura (dentro del Grado de Ingeniería de Edificación) y como profesor de Enseñanza Secundaria en el G.S. de Proyectos de Edificación y Obra Civil. Dentro del ámbito de la profesión liberal, dirigiendo y coordinando obras de distinta naturaleza.

Así mismo ha participado, con diferentes responsabilidades, dentro de la organización colegial: vocal del Consejo de Colegios Profesionales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Extremadura y miembro de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Badajoz, siendo también en este último, el presidente de la Comisión de Formación y Cultura.

Actualmente es asesor científico e investigador de la Fundación Musaat.

Ha redactado artículos relacionados con el control de calidad, estructuras, fachadas, cubiertas, etc., habiendo intervenido también en cursos, jornadas técnicas y congresos científicos. Así mismo, es autor de otros trabajos y publicaciones de la Fundación Musaat, como son:

- Estudio Estadístico Nacional sobre Patologías en la Edificación (I, II y III).
- Documentos de Orientación Técnica en Cubiertas, Documentos de Orientación Técnica en Fachadas y Documentos de Orientación Técnica en Particiones.
- Guía de análisis del proyecto para la dirección de la ejecución de obra.
- Colección Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos (Monografía 1: fachada de ladrillo enfoscada, con cámara de aire ventilada, aislamiento rígido y tabique interior).

**EMILIO
CORZO GÓMEZ**

Arquitecto Técnico
Ingeniero de Edificación



El autor, nacido en Badajoz, cuenta con una experiencia de más de 25 años en el mundo de la arquitectura técnica y la construcción.

He realizado cursos de especialización en ámbitos como la rehabilitación de estructuras, el control de proyectos, la conservación y tratamiento de materiales, la coordinación de seguridad y salud en construcción y la certificación energética de edificios, entre otros.

En el ejercicio de la profesión, comenzó su andadura en la plantilla de la ingeniería Vorsevi S.A. —en su delegación en Extremadura— (1990-2008), dentro de los departamentos de laboratorio, edificación y patologías, actuando en edificaciones tanto públicas como privadas. Posteriormente, continuó su labor en Elaborex Calidad en la Construcción S.L. (2008-2012), empresa acreditada por la Junta de Extremadura como laboratorio y entidad de control. Actualmente realiza su actividad laboral como profesional liberal, interviniendo en la redacción y dirección de proyectos de reforma y rehabilitación, y colaborando también, con estudios de arquitectura en el desarrollo de proyectos de edificación, coordinación de seguridad, direcciones de obra, etc.

Ha impartido diferentes conferencias que fueron organizadas por el Consejo de Colegios Profesionales de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de Extremadura. Del mismo modo, ha sido también partícipe en otras jornadas técnicas y cursos de formación.

Es coautor de varias 'Cartillas gráficas para la prevención de patologías constructivas' que han sido publicadas por la Junta de Extremadura, así como en la primera monografía de esta colección de Biblioteca de Técnicos Noveles.

Comentario para el lector:

Los conceptos, recomendaciones e imágenes incluidos en este libro son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo. Los textos están redactados desde la experiencia propia y con el objetivo de reducir las problemáticas en los edificios. Las imágenes se han seleccionado exclusivamente con miras a ser suficientemente representativas para mostrar las situaciones de buena o mala praxis constructiva e intentar minimizar la existencia de procesos patológicos. Así, los dibujos, detalles constructivos y fotos no han sido evaluados bajo otros múltiples prismas que están también dentro de nuestro gran abanico de intereses profesionales, como puedan ser: la seguridad y salud, la resistencia estructural, la sostenibilidad, la eficiencia energética, la accesibilidad, las condiciones de protección frente al ruido o al fuego, etc., dado que estas materias no son objeto de estudio y valoración en esta publicación.

FUNDACIÓN
musaat

GRUPO
musaat

serie CUBIERTAS

COLECCIÓN

BTN

ISBN: 978-84-09-15735-8



Calle del Jazmín, 66. 28033 Madrid
Tel. 913 83 29 73 - Fax: 917 66 42 45
www.fundacionmusaat.musaat.es