

Documento:



**Qi-1**

**UNIDAD CONSTRUCTIVA**

**CUBIERTAS INCLINADAS:  
ASPECTOS GENERALES**

**DESCRIPCIÓN**

Sistemas para la cobertura de edificios mediante la disposición de elementos que configuran una formación de pendientes de importante inclinación sobre la que se dispone normalmente un tejado realizado con piezas individuales o placas y perfiles.

**DAÑO**

FILTRACIONES, HUMEDADES Y FISURACIONES

**ZONAS AFECTADAS DAÑADAS**

Estancias inferiores, hastiales y la propia cubierta

**PROBLEMÁTICAS HABITUALES**

Las cubiertas son uno de los capítulos de obra potencialmente más problemáticos, lo que conlleva a que en él se den uno de los mayores grupos de patologías que suelen producir en edificación, acompañado en muchos casos de las reclamaciones de los usuarios debido a las deficiencias que se dan en las mismas.

Hay que decir, no obstante, que el tipo de cubiertas que menos incidencias tiene, es el de las cubiertas inclinadas (≈21% de los casos), dado que es en las cubiertas planas donde se concentran el mayor número de problemáticas y deficiencias. Aun así, conforman el 7º elemento constructivo donde se da el mayor número de patologías después de las cubiertas planas, fachadas revestidas, muros de sótano, ventanas, saneamiento no enterrado y forjados unidireccionales (consultar la publicación 'ANÁLISIS ESTADÍSTICO NACIONAL SOBRE PATOLOGÍAS EN LA EDIFICACIÓN', de la cual el autor de este documento es también coautor de dicha investigación).

Las problemáticas más habituales dentro de las cubiertas inclinadas van a depender de las variantes constructivas en cuestión, y por lo tanto de la naturaleza del elemento que constituya la formación de pendientes y del elemento de cobertura en sí (tejas cerámicas o de hormigón, lajas de pizarra, escamas metálicas, tégolas, placas...); esto es, del formato de cubierta inclinada que tengamos:

FORMATOS DE CUBIERTAS INCLINADAS	Unidad de cobertura	Modalidad	Material	Variantes
	PLACAS Y PERFILES	Modo de clasificación:	Según geometría y configuración	aleaciones ligeras
cinc				
cobre				
galvanizados				
PIEZAS INDIVIDUALES	Modo de clasificación:	Según el número de capas de la cobertura	plomo	Ondulado
			chapa simple	Grecado
			panel compuesto (sándwich)	Nervado
			cerámicas o de hormigón	Diversos según patente
OTROS	Modo de clasificación:	Según el número de capas de la cobertura	lajas de pizarra	Diferentes soluciones según tipo de recibido, fijación y tipología de las piezas
			Escamas	
			metálicas o sintéticas	
a) cubiertas sin tejado [con impermeabilizaciones] ; b) por combinación de los anteriores				

Tabla 1

A pesar de que la casuística -tal como se ve- es diversa, normalmente el concepto por el cual pueden dar problemas las cubiertas inclinadas suele responder a una serie de aspectos análogos entre sí, como pueden ser:



Fig. 1: Extendido de capa de mortero sobre tablero cerámico



Fig. 2: Proceso de ejecución de un faldón con piezas de pizarra

- Pendiente inadecuada o insuficiente de los paños de cubierta.
- Encuentro mal resuelto entre el paño de cubierta y el canalón.
- Canalón con poca pendiente o con poca entrega bajo los faldones de la cubierta.
- Deficiente resolución de la embocadura del canalón con la bajante de pluviales.
- Dimensiones de los canalones insuficientes para la zona pluviométrica donde se encuentra.
- Fallos entre la formación de pendientes y los paramentos verticales anexos.
- Resolución del encuentro con “shunts” y chimeneas de manera incorrecta.
- Insuficiente solape entre los elementos que conforman la cobertura (ya sean piezas individuales o placas y perfiles).
- Etc.

### **LESIONES Y DEFICIENCIAS**

Normalmente la gran problemática de esta unidad de obra es la entrada de agua, debido a un mal diseño o ejecución de la cubierta, especialmente en lo referido a los encuentros con puntos singulares (juntas de dilatación estructural, canalones, hastiales, chimeneas, conductos de instalaciones, etc...). En este sentido suelen darse las siguientes situaciones:

- |                                                      |                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| -Humedades generales por filtración: .....(≈52%)     | -Filtración y humedades puntuales: ....(≈17%) |
| -Desprendimientos y rotura de elementos: .....(≈11%) | -Humedades de condensación: .....(≈10%)       |

Estos daños o lesiones proceden de unos tipos de causas que podríamos resumir en la siguiente relación que indicamos:

- Incorrecta disposición de los elementos de cobertura.
- Deficiente puesta en obra de los elementos singulares.
- Movimientos dilatacionales (estructurales y propios de la cubierta).
- Mala disposición del aislamiento: carencias/deficiencias y puentes térmicos
- Pendiente insuficiente o mal resuelta.
- Inadecuada disposición de elementos (láminas, piezas especiales...).
- Ausencia o insuficiencia de sellados.
- Carencia o inadecuada ventilación de la cámara bajo cubierta.
- Juntas constructivas y puntos singulares mal resueltos.
- Falta de adherencia o fijación al soporte.

Dentro del campo de las deficiencias y situaciones no deseables, estarían también: la falta de control de la difusión de vapor, existencia de barreras (morteros) que cierran o dificultan las ventilaciones existentes e inadecuado uso de ciertos materiales (tipos de morteros, dosificaciones, ...).

### **RECOMENDACIONES TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS**

En la realización de las cubiertas inclinadas es necesario tener en cuenta una serie de parámetros que veremos a continuación. Además de ellos, los puntos singulares son de vital importancia que se resuelvan adecuadamente para que el resultado sea satisfactorio y estanco.

#### **❖ Formación de pendientes y materiales de cobertura**

Para todo tipo de cubiertas inclinadas (independientemente de su modalidad o variante) existirá un único grado de impermeabilidad, por lo que siempre que se cumplan las condiciones indicadas en el CTE/DB-HS-1, cualquier solución constructiva que alcance dicho grado será “válida normativamente”. No obstante, el solape (tanto transversal como longitudinal) del material de cobertura 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.

Cuando la base estructural de la cubierta no disponga de la inclinación necesaria deberá establecerse una formación de pendientes. Este conjunto de pendientes deberá tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. La formación de pendientes contará con un sistema de evacuación de aguas (constituido -en su caso- por canalones, limahoyas, rebosaderos, gárgolas y/o desagües), cuyos elementos estén dimensionados según el cálculo descrito en CTE/DB-HS-5.

La normativa establece que la horquilla de pendientes para las cubiertas inclinadas debe estar como mínimo entre el 5% y 60%, según la modalidad constructiva que tengamos.

El sistema de formación de pendientes de las cubiertas inclinadas deberá disponer de una capa de impermeabilización cuando su porcentaje de inclinación no tenga la pendiente mínima exigida en la tabla que exponemos en la página siguiente, o cuando el solape entre las piezas de la cobertura sea insuficiente.

Cuando la formación de pendientes se haga con fábrica cerámica, ésta debe configurarse con espacios libres para permitir la ventilación interior (tabiquillos aligerados con alturas  $\leq 4$ m). Se aconseja que la última hilada de los tabiquillos se haga con los ladrillos dispuestos de forma continua y en paralelo a la línea de máxima pendiente {ver fig. 8 del documento Qi-2}. Cuando la altura de la cumbrera tenga más de  $\approx 2,5$ m es deseable hacer un arriostramiento transversal de dichos tabiquillos, ejecutando otros perpendicularmente.

Cuando el elemento de apoyo del tejado se realice con piezas cerámicas (normalmente rasillones de 1m de longitud) es conveniente proceder a la humectación previa del mismo, así como al riego posterior del mortero de cemento que conforme la capa de compresión (de 4cm de espesor y maestreado), dentro de la cual es aconsejable la colocación de una malla metálica electrosoldada (mallazo) para evitar la fisuración. El apoyo de los rasillones sobre los tabiquillos aligerados será al menos 2,5cm.

En los tejados, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de unidades de cobertura suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de material de cobertura y del solape de éste, así como de la ubicación geográfica del edificio. No obstante, las piezas que se encuentran en los puntos especiales deben recibirse siempre (aleros, limatesas, limahoyas, cumbreras, bordes laterales, etc.).

No será necesaria la colocación de un tejado cuando la cubierta disponga de una capa de impermeabilización y ésta sea de tipo autoprottegida. Tanto en este caso como en el de los tejados, el material de cobertura de la cubierta deberá ser resistente a la intemperie y al envejecimiento, en función de las condiciones ambientales previstas (lluvia, insolación, presión del viento, etc...).

PENDIENTES DE LAS CUBIERTAS INCLINADAS						
Unidad de cobertura	Modalidad	Variantes		Subtipos	Pte. Mín.	
CON TEJADO <sup>(1)(2)</sup>	Piezas individuales	Tejas <sup>(3)</sup> [de hormigón o cerámicas]	Teja curva		32%	
			Teja mixta		30%	
		Teja plana	monocanal		30%	
			marsellesa o alicantina		40%	
			con encaje		50%	
	Lajas y escamas	Pizarras, metálicas o sintéticas			60%	
	Placas y perfiles	Cinc y plomo	Según tipo de uniones entre planchas y base del soporte			10%
		Fibro cemento	Placas simétricas de onda grande			10%
			Placas asimétricas nervadas	grandes		10%
		medias		25%		
		Sintéticos	Perfiles ondulados	grandes		10%
				pequeños		15%
			Perfiles grecados	grandes		5%
		medios		8%		
		Perfiles nervados			10%	
		Galvanizado	Perfiles ondulados pequeños			15%
			Perfiles grecados o nervados	grandes		5%
				medios		8%
			Perfiles nervados pequeño			10%
			Paneles			5%
Aleaciones ligeras		Perfiles ondulados pequeños			15%	
	Perfiles nervados medios			5%		
Cualesquiera	Modalidades anteriores cuando no se cumpla la pendiente mínima exigida y se incluya adicionalmente una capa de impermeabilización			5%		
SIN TEJADO	Cubiertas realizadas con formación de pendiente acabada con una capa de impermeabilización autoprottegida	Láminas	en rollo en tégolas o placas imper.		5%	
		In situ	S.I.L. (distintos productos)			

Tabla 2

Base tomada de la tabla 2.10 del CTE/DB-HS-1

- (1) En caso de cubiertas con varios sistemas de protección superpuestos se establece como pendiente mínima la menor de las pendientes para cada uno de los sistemas de protección.
- (2) Para los sistemas y piezas de formato especial las pendientes deben establecerse según las correspondientes especificaciones de aplicación.
- (3) Estas pendientes son para faldones  $< 6,5$ m, una localización de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en UNE 127.100 (Tejas de hormigón) ó UNE 136.020 (Tejas cerámicas).
- (a) En similitud a lo indicado para cubiertas de tejas, y para otra tipología de tejados, cuando el edificio esté en localizaciones expuestas se podría estudiar el aumentar  $\approx 10\%$  las pendientes (en función de la zona climatológica en donde se encuentre), y añadiendo otro porcentaje adicional del  $\approx 5\%$ , en el caso de faldones de más de 9m. Para faldones  $> 12$ m habría que considerar colocar un canalón intermedio para la evacuación del agua.
- (b) En las zonas en que se prevean grandes y periódicas acumulaciones de nieve, se recomienda que las pendientes no sean inferiores al 60%.

### ❖ Fijaciones y recibidos

En función del sistema constructivo específico con el que se realice el tejado, deberemos adoptar una forma u otra de sujetar los elementos de cobertura (piezas individuales o placas y perfiles).

➤ **Tejas:** *Se pueden utilizar rastreles, clavos, espumas, adhesivos, grapas o mortero de cemento (lo habitual)*

En el caso de cubiertas con tejas mixtas o tejas planas deberán recibirse todas y cada una de las piezas con mortero de cemento, 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). Para pendientes  $\geq 70\%$  en tejas curvas y del  $\geq 100\%$  en tejas mixtas y planas, deberá haber fijación mecánica.

➤ **Pizarras:** *Se pueden utilizar rastreles, clavos o ganchos (lo habitual)*

Las fijaciones pueden ser de acero inoxidable, de acero galvanizado, cobre o cinc. El elemento de apoyo puede variar, estando conformado el plano del faldón a base de madera, tablero acabado con capa de yeso, planchas especiales de escayola, etc. Hay distintas técnicas según la geometría y el modo de solape de las piezas de pizarra y de si los encuentros con las aristas se hacen con perfilera vista u oculta.

➤ **Placas y perfiles:** *Se utilizan fijaciones mecánicas, variando según el tipo de placa y el fabricante.*

Los accesorios de fijación a la estructura portante (correas, alfajías, viguetas ...) deberán ser necesariamente no oxidables (galvanizado, acero inoxidable...). Estos elementos estarán adaptados para cada modalidad constructiva (sintéticos, de aleaciones ligeras, ...) y variante utilizada (nervado, ondulado o grecado), así como diseñados y fabricados según la patente a utilizar.

Entre los tipos de accesorios de fijación más utilizados están los tornillos autorroscantes, tirafondos, ganchos en L y ganchos-grapa; todos los cuales deberían colocarse en las zonas superiores de los paneles ("crestas" de las ondulaciones o nervaduras) para asegurar mejor la estanqueidad; en cualquier caso, será necesario además disponer arandelas con juntas estancas incorporadas en cada punto de fijación.

Los bordes de los orificios y de los cortes de las placas deben realizarse por medios mecánicos que no posibiliten el daño o fisuración del material de cobertura, quedando además exentos de rebabas e imperfecciones. El diámetro de los taladros será como máximo 2mm superior al diámetro de los accesorios de fijación.

Para la determinación de las luces de los vanos y las características resistentes de las placas y perfiles a disponer, deberá tenerse en cuenta aspectos de cálculo como: el módulo resistente y el momento de inercia de las planchas, la separación entre correas, la flecha máxima admisible, etc...

Cuando los perfiles o correas apoyen sobre fábrica cerámica, es aconsejable macizar la parte de los tabiquillos en donde descansan o hacer pilastras en la zona de apoyo de cada uno ellos.

### ❖ Aislamiento térmico

El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas esperadas. Respecto a las condiciones generales y energéticas de los aislamientos, se emplaza al lector a consultar el 'Documento Fa-1', que, si bien está dentro del grupo de fichas dedicadas a las fachadas, los conocimientos e indicaciones allí contenidas son aplicables también a las cubiertas en muchos casos. De igual manera, el 'Documento Fa-2' conviene consultarlo, por cuanto en él están presentes las denominaciones y características básicas de los principales aislantes, así como las consideraciones sobre la no hidrofilia de los aislantes.

La tipología y materiales a utilizar es diversa y deberá seleccionarse en función de los parámetros y necesidades propias de cada uso y ámbito constructivo (requerimientos proyectuales). Conviene recordar que cada uno de estos materiales dispone de un valor de conductividad térmica que es intrínseco al mismo. Este valor determinará el espesor resultante para obtener la adecuada transmitancia térmica y el grado de aislamiento exigido en la cubierta según la normativa vigente.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deberán ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos. En este sentido, hay que recordar también que, salvo en los aislantes de célula cerrada y absorción casi nula, debe evitarse que estos materiales entren en contacto con el agua, dado que ésta provoca su degradación, así como una disminución de su efectividad.

En cualquier caso, el aislante térmico deberá colocarse siempre de forma continua y estable, no debiendo verse deteriorado durante su puesta en obra debido al paso de los operarios sobre él, la caída de cascotes, vertido de mezclas, lluvia, etc...

En los casos en que la base estructural sea horizontal (p. ej.: forjados) y la formación de pendientes se haga sobre él (p. ej.: tabiquillos aligerados + tablero cerámico) el aislante es aconsejable disponerlo sobre dicha estructura. De esta manera, podremos realizar una adecuada ventilación de la cámara de aire sin que ello suponga el puenteo de la capa aislante y una pérdida de las condiciones térmicas de la cubierta. De

igual modo, es deseable que el aislamiento tenga sus extremos levantados por cada uno de los laterales de las “calles” de los tabiquillos, de forma que exista un solape en vertical sobre éstos. Independientemente de la solución constructiva a realizar, deberá evitarse siempre la existencia de puentes térmicos, así como la presencia de puntos fríos que puedan provocar condensaciones.



Fig. 3: Ejecución no cuidada de formación de pendiente con falta de limpieza, deterioro del aislante, colocación del papel kraft a la inversa....

#### ❖ Barrera de vapor

Este elemento sirve para tener un control de la difusión del vapor de agua generado en el interior del edificio. Tiene un valor de transpirabilidad alto e impide la transmisión del vapor. No hay que equivocar este producto con el film bajo teja.

En caso de ser necesaria la colocación de la barrera de vapor, ésta deberá extenderse en el fondo y los laterales verticales del aislante térmico (en la cara caliente<sup>1</sup>), debiendo aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. En el caso de que este elemento venga incorporado al aislante deberán utilizarse los elementos de unión-solape necesarios para que la barrera sea continua y eficaz.

#### ❖ Capa de impermeabilización

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*). Si dicha impermeabilización se dispone sobre pendientes comprendidas entre el 5 y el 15%, es aconsejable utilizar sistemas semiadheridos o incluso adheridos (este último modo es como obliga el CTE que tiene que efectuarse en caso de que tengamos una impermeabilización de tipo bituminoso<sup>2</sup>: punto 2.4.3.3.1 del DB-HS-1).

En los casos con pendientes superiores al 15% deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente, ya sean para impermeabilizaciones realizadas con láminas de PVC-P, TPO, EPDM, LO o LBM (para éstas dos últimas, se podrá optar además por un sistema de fijación mecánica + adherencia al soporte). También podrán utilizarse impermeabilizaciones realizadas in situ (sistemas de impermeabilización líquida –S.I.L.–). En cualquier caso, deberán adoptarse las medidas necesarias para que la capa de impermeabilización no provoque el deslizamiento<sup>3</sup> y/o fisuración de las capas que estén dispuestas superiormente a ésta.

<sup>1</sup> La barrera de vapor ha de colocarse entre la cara inferior del aislante y el plano soporte de la cubierta.

<sup>2</sup> Con impermeabilizaciones no bituminosas y con pendientes superiores al 5%, la Dirección Facultativa deberá evaluar y considerar en qué momento y tipo de solución constructiva pueden aceptarse modos de puesta en obra menos exigentes, y cuando, con mayor grado de seguridad (fijación mecánica).

<sup>3</sup> Un modo de resolver esto es ejecutar una capa de compresión sobre la impermeabilización, y sobre ésta, apoyar el resto de elementos de protección y acabado. Sin embargo, esta forma de resolución también tiene sus limitaciones, y en caso de inclinaciones importantes de los faldones, dicha capa de compresión tiene riesgo de resbalar y desprenderse. Así, cuando se supera el 35% de pendiente este riesgo es mayor y tienen que adoptarse medidas adicionales que el proyectista debe concebir y concretar específicamente en el proyecto de ejecución. Una posible solución a evaluar y llevar a cabo, sería ‘enlazar’ las capas de compresión de los distintos faldones a través de la cumbre, de modo que contrapesen los empujes laterales mediante la inclusión de un mallazo que abarque y cubra de manera continua los distintos paños.

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.

Como criterio general, cuando la impermeabilización vaya a quedar expuesta (no tenga superiormente una capa de protección<sup>4</sup>) deberán utilizarse sistemas adheridos y/o fijados mecánicamente según las especificaciones técnicas del material seleccionado (LBM, PVC-P, TPO, EPDM, ...) y lo indicado en el CTE. Cuando se utilicen sistemas no adheridos o semi-adheridos deberá incluirse una capa de protección pesada.

Los rollos de las láminas impermeabilizantes se colocarán siempre en la misma dirección y a cubrejuntas, así como perpendiculares a la línea de máxima pendiente<sup>5</sup>. Por su parte, los solapes deben quedar a favor de la corriente de agua y no quedar alineados con los de las hileras contiguas.

### ❖ Cámara de aire ventilada

Las cubiertas inclinadas en función del aislamiento y de la ventilación pueden ser clasificadas como:

- a) Cubiertas aisladas y no ventiladas (cubierta caliente): están formadas por varias capas que separan el interior del edificio del exterior, sin existir una cámara de aire intermedia. El aislamiento se sitúa en el propio plano inclinado que conforma el soporte resistente (normalmente, un forjado de hormigón). Esta solución es la que suele aplicarse en las viviendas de áticos en las que el techo se ejecuta en forma abuhardillada (por tanto, el espacio inmediatamente inferior a la cubierta es habitable).
- b) Cubiertas aisladas y ventiladas (cubierta fría): están compuestas por dos hojas formadas cada una por varias capas y separadas entre sí por una gran cámara de aire ventilada. En este caso, el espacio bajo cubierta no es habitable y el aislante se sitúa en la base horizontal de la cámara. Son las cubiertas inclinadas más habituales y necesitan de la colocación de piezas de ventilación.

En las cubiertas de tipo caliente es interesante que exista una capa de microventilación situada entre el soporte inclinado y las unidades de cobertura (normalmente tejas); por ella, circula el aire de forma ascendente por convección desde el alero hasta la cumbre. Esta microcámara se consigue más fácilmente cuando se recurre a sistemas de colocación en seco del material de cobertura, disponiéndose el mismo sobre rastreles y con la inclusión adicional de otro tipo de accesorios según los fabricantes (en esta publicación no se desarrollará este tipo de solución constructiva).

Cuando se disponga una cámara de aire (cubierta fría), ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas de tal forma que el cociente entre su área efectiva total,  $S_s$  (medida en  $\text{cm}^2$ ) y la superficie de la cubierta  $A_c$  (medida en  $\text{m}^2$ ) cumpla esta condición:

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

Al objeto de cumplir esta formulación y hacer una propuesta práctica-constructiva que satisfaga esta premisa, se podría resolver la ventilación de la siguiente manera:

- 1)-Aberturas de 6x6cm, sobre las cuales se dispondrían mallas anti-pájaros y anti-roedores con una abertura de luz de 1x1cm.
- 2)-Durante la ejecución se asegurará que coincidan exactamente las aberturas practicadas con las piezas de ventilación que se situarán encima (replanteo previo).
- 3)-El número mínimo de aberturas será de 1 cada 9m<sup>2</sup>.
- 4)-El número máximo de aberturas será de 7 cada 9m<sup>2</sup>.
- 5)-Las piezas de ventilación se colocarán al tresbolillo y habrá varias cerca de aleros y cumbres.
- 6)-Puede estudiarse la conveniencia de que los hastiales contengan también aberturas.

<sup>4</sup> Podría ser el caso de las tégolas asfálticas (también conocida como tejas asfálticas canadienses en algunas zonas).

<sup>5</sup> A partir de un 10% de pendiente podría optarse por no colocar las láminas perpendicularmente a la línea de máxima pendiente, pero a nuestro criterio esto solo debería realizarse en casos específicos por alguna razón operativa.

Por su parte, cuando utilicemos impermeabilizaciones de PVC-P y de TPO no sería totalmente imprescindible que los solapes quedaran a favor de la pendiente, ya que las soldaduras aquí se realizan por fusión entre láminas; pero, aun así, este autor aconseja por coherencia conceptual y para tener un plus de seguridad, hacerlo perpendicular a la L.M.P. si se puede (salvo situaciones en las que esto realmente resulte un problema de ejecución).

MOTIVACIÓN: Desde el punto de vista de la Dirección de Ejecución de Obra, el hacer muchas excepciones a un mismo proceso de puesta en obra, puede traer problemas a futuro en otras situaciones o momentos en lo que un tipo concreto de acción no se deba hacer. Es decir, aunque técnicamente haya circunstancias en la que una forma de aplicación sea posible, hay veces que la Dirección Facultativa tiene que sopesar otros parámetros para evitar malos entendidos con los operarios, los cuales habitualmente no saben discernir o comprender bien 'cuando sí' o 'cuando no' se puede hacer una cosa.

De igual modo, las piezas o tejas de ventilación serán preferentemente de las que sobresalen del plano de protección en lugar de las que tienen un hendido en su dorso.

Como criterio general, durante el proceso de construcción y abertura de orificios para la ventilación (realizados sobre los tableros de los faldones), deberá procurarse que no caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en el interior de la cámara de aire.

Podremos obviar la colocación de las piezas especiales de ventilación cuando:

a)-La base resistente sea inclinada y se configure como elemento de apoyo directo del material de cobertura (p.ej.: cubiertas de naves con perfilera metálica, correas y paneles de aleaciones ligeras o galvanizadas).

b)-Existe una microcámara de aire entre el material de cobertura y el tablero de la cubierta (p.ej.: tejas colocadas sobre rastreles dispuestos sobre un faldón en el que el 100% de la superficie está aireada, con entrada del aire por el alero y salida por abertura longitudinal anexa a la cumbre).



Fig. 4: Ejemplos de piezas especiales de ventilación antiguas para cubiertas inclinadas de teja cerámica curva.

#### ❖ **Determinación de puntos relevantes para la dirección de ejecución de obra**

Las cubiertas inclinadas son extraordinariamente habituales en la construcción española, sin embargo, no siempre están suficientemente especificadas, fundamentalmente aquellas que contengan características especiales. Es por ello que debe estar claro cómo tienen que resolverse sus particularidades y puntos singulares, independientemente de la variante constructiva que sea.

Como normalmente ocurre con la mayoría de las unidades constructivas, un proyecto bien descrito, pormenorizado, justificado, documentado y con unos detalles constructivos bien planteados, es crucial para que todo llegue a buen puerto en la práctica. Sin embargo, esto no suele ser siempre así, lo que puede provocar que el Director de Ejecución de Obra (DEO) pueda adquirir un nivel de responsabilidad que no le corresponde, pues se trasladan las omisiones y las prescripciones incorrectas contenidas en el proyecto, al proceso de ejecución.

Con el objeto de no incrementar el nivel de riesgo (tanto de la propia construcción, como de la actuación profesional que le concierne al DEO), es conveniente analizar los datos que constan en el citado documento proyectual. En este sentido, un chequeo de los aspectos que pueden ser necesarios durante la ejecución y que deberían figurar en el mismo, es una manera de anticiparse a esta situación.

En la 'Guía de análisis de proyecto para la dirección de la ejecución de obra' el lector puede entender el planteamiento y enfoque necesario para ello (no confundir nunca con un proceso de control de calidad del proyecto). En la Figura 5 se incluye una página de dicha publicación, la cual puede ayudar a analizar los aspectos más relevantes, bajo la óptica antes mencionada.

DETERMINACIÓN DE PUNTOS RELEVANTES PARA LA DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE OBRA																
<b>EN GENERAL</b>					¿Está justificado?				A justificar en...							
Rf.	CONCEPTO				SÍ	NO	PR	NP	MEM	PLA	MYP	PLI				
01	Está suficientemente definida y concreta la cubierta y sus necesidades															
02	Está indicada la pendiente de los faldones															
03	Los materiales a utilizar son compatibles química y constructivamente															
04	Se define la densidad, espesor y tipología de los materiales a utilizar															
05	Se prevé la colocación de piezas de ventilación															
06	Se dispone aislante térmico y se indican sus características															
07	Es caso de sistemas especiales se incorpora al proyecto la definición y características de los materiales y elementos según el fabricante															
08	En sistemas constructivos no estandarizados o especiales está justificado el cálculo del soporte o de la formación de pendiente de la cubierta															
09	Se prevén piezas o elementos que faciliten el posterior mantenimiento															
<b>ENCUENTRO CON LOS CANALONES</b>					¿Está justificado?				A justificar en...							
Rf.	CONCEPTO				SÍ	NO	PR	NP	MEM	PLA	MYP	PLI				
10	Se prevé la colocación de canalones y está definida su pendiente															
11	Están especificadas las entregas, desarrollo y solapes entre las piezas del canalón, así como la embocadura de éste con las bajantes															
12	Está justificado el cálculo de las dimensiones del canalón															
<b>ENCUENTRO CON LOS PRETILES Y PARAMENTOS</b>					¿Está justificado?				A justificar en...							
Rf.	CONCEPTO				SÍ	NO	PR	NP	MEM	PLA	MYP	PLI				
13	Se considera necesario concretar mejor el apoyo, encuentro o definición de las fábricas perimetrales de la cubierta (pretiles, hastiales...)															
14	Las albardillas de los pretiles tienen una pendiente lateral $\geq 10^\circ$ ( $\approx 18\%$ )															
<b>ENCUENTRO CON OTROS PUNTOS SINGULARES</b>					¿Está justificado?				A justificar en...							
Rf.	CONCEPTO				SÍ	NO	PR	NP	MEM	PLA	MYP	PLI				
15	Existen detalles constructivos para los principales puntos singulares															
16	Están definidas, resueltas y dimensionadas las limahoyas															
17	Se prevén los remates y/o piezas para las limatesas y las cumbreiras															
18	Los elementos que queden vistos son resistentes a la intemperie															
19	Cuando existan juntas estructurales de dilatación se prevé respetarlas en cubierta, quedando éstas suficientemente definidas															
20	La ubicación en planta de todas de las instalaciones está especificada (shunts, bancadas, unidades exteriores de A/A, ventilación de bajantes...)															

Fig. 5: Página 43 del libro “Guía de análisis de proyecto para la dirección de la ejecución de obra” (Autores: M.J. Carretero y M. Moyá)

*Es interesante que el lector visualice los dibujos y detalles constructivos que ha diseñado el autor de esta publicación para el tipo más habitual de cubierta inclinada en España, los cuales pueden ayudar a resolver los puntos más conflictivos de este sistema constructivo. Consultar la Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos, en su monografía dedicada a la ‘cubierta inclinada de teja cerámica sobre tabiquillos aligerados y aislamiento de lana de vidrio’.*

REFERENCIAS

<b>FUNDACIÓN MUSAAT</b>	
<b>AUTOR</b> ● Manuel Jesús Carretero Ayuso	Calle del Jazmín, 66 28033 Madrid
<b>COLABORADOR</b> ● Alberto Moreno Cansado	www.fundacionmusaat.musaat.es

<b>IMÁGENES</b> ● Carretero Ayuso, Manuel Jesús (Fig.: 1, 2, 3, 4 y 5).
-------------------------------------------------------------------------------

<b>BIBLIOGRAFÍA y NORMATIVA</b> ● CTE/DB-HS-1 ; ● NTE-QT ; ● UNE 136020 ; ● UNE 127100
-------------------------------------------------------------------------------------------

<b>CONTROL:</b> ISSN : 2340-7573    Data : 14/b2°    Ord. : 7    Vol. : Q    N° : Qi-1    Ver. : 2    Mod : 07/21
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

NOTA: Los conceptos, datos y recomendaciones incluidas en este documento son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo, fundamentados desde una perspectiva teórica, así como redactados desde la experiencia propia en procesos patológicos.

© del Autor

© de esta publicación, Fundación MUSAAT

Observación:

En este documento se incluyen textos de la normativa vigente