

CUBIERTAS INCLINADAS: ASPECTOS GENERALES

En este número, les ofrecemos una nueva entrega de las fichas prácticas que elabora la Fundación MUSAAT para contribuir a la mejora de la calidad de la edificación. En esta ocasión, aborda los aspectos generales de las cubiertas inclinadas.



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



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

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 dé uno de los mayores grupos de patologías que suelen producirse 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 (≈30% de los casos), dado que es en las cubiertas planas donde se concentra el mayor número de problemáticas y deficiencias. Aun así, conforman el quinto elemento constructivo donde se da el mayor número de patologías, después de las fachadas revestidas, cubiertas planas, muros y fachadas de ladrillo cara vista. 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	Distintas soluciones según encuentro entre planchas (engatillados, solapados, plegados...)
				cinc	
				cobre	
				galvanizados	
				plomo	
		Según el número de capas de la cobertura	chapa simple	Ondulado	
			panel compuesto (sándwich)	Grecado	
				Nervado	
	PIEZAS INDIVIDUALES	Tejas	cerámicas o de hormigón	Diferentes soluciones según tipo de recibido, fijación y tipología de las piezas	
Lajas		pizarra			
Escamas		metálicas o sintéticas			
OTROS	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 puedan ser:

- 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 debida 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:

- Filtraciones puntuales:(≈41%)
- Humedades por filtración:(≈26%)
- Humedades de condensación: ... (≈12%)
- Fisuraciones en hastiales y frentes:(≈12%)

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).
- Disposición del aislamiento térmico: carencias o deficiencias en el mismo.
- Pendiente insuficiente o mal resuelta.
- Inadecuada disposición de elementos (láminas, piezas especiales...).
- Ausencia o deficiencias en los sellados.
- Carencia o inadecuada ventilación de la cámara bajo cubierta.

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, por lo que, para que el resultado sea satisfactorio y estanco, es necesario que se resuelvan adecuadamente.

• 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, durante el diseño deben considerarse 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 solicitaciones 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.

PENDIENTES DE LAS CUBIERTAS INCLINADAS					
Unidad de cobertura	Modalidad	Variantes		Subtipos	Pte. Mín.
CON TEJADO ^{(1) (2)}	Piezas individuales	Tejas ⁽³⁾ [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%
			Placas simétricas de onda grande		10%
		Fibrocemento	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 pequeños		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 autoprotegida		Láminas	en rollo	5%
			In situ	en tégolas o placas imper.	
				S.I.L. (distintos productos)	

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

Tabla 2

(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 estas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en UNE 127100 (Tejas de hormigón) o UNE 136020 (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 ≈10% las pendientes (en función de la zona climatológica en donde se encuentre), y añadiendo otro porcentaje adicional del ≈5% en el caso de faldones de más de 9 m. 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%.

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 anterior, o cuando el solape entre las piezas de la cobertura sea insuficiente.

Cuando la formación de pendientes se haga con fábrica cerámica, esta debe configurarse con espacios libres para permitir la ventilación interior (tabiquillos aligerados con alturas ≤ 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. Cuando la altura de la cumbrera tenga más de $\approx 2,5$ m es deseable hacer un arriostramiento trasversal de dichos tabiquillos, ejecutando otros perpendicularmente.

Cuando el elemento de apoyo del tejado se realice con piezas cerámicas (normalmente rasillones de 1 m 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 4 cm 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, 2,5 cm.

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 este, así como de la ubicación geográfica del edificio.

No será necesaria la colocación de un tejado cuando la cubierta disponga de una capa de impermeabilización y esta sea de tipo auto-protégida. 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.).

• 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 una de cada cinco 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 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, 2 mm 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, deberán 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 de ellos.

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



• 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 solicitaciones mecánicas esperadas.

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 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 (por ejemplo: forjados) y la formación de pendientes se haga sobre él (por ejemplo: 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 estos.

• Barrera de vapor

En caso de ser necesaria la colocación de este elemento, habrá que extenderlo en el fondo y los laterales verticales del aislante térmico (en la cara caliente), 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, esta 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%, deberán utilizarse sistemas adheridos (llevados a cabo con materiales bituminosos o bituminosos modificados).

En los casos con pendientes superiores al 15%, deberán utilizarse sistemas fijados mecánicamente, ya sean para impermeabilizaciones realizadas con láminas de PVC, TPO, EPDM, LO o LBM (para estas dos últimas, se podrá optar, además, por un sistema de fijación mecánica + adherencia al soporte). En cualquier caso, 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 esta.

En la aplicación de las láminas habrá que tener 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 cubrejuntas, así como perpendiculares a la línea de máxima pendiente. 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

Cuando se disponga una cámara de aire, esta 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 (medido en cm^2) y la superficie de la cubierta A_c (medida en 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 6x6 cm, sobre las cuales se dispondrían mallas antipájaros y antioedores con una abertura de luz de 1x1 cm.
- 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 9 m².
- 4) El número máximo de aberturas será de 7 cada 9 m².
- 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.

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 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 (por ejemplo: cubiertas de naves con perfilera metálica, correas y paneles de aleaciones ligeras o galvanizadas).
- b) Existe una minicámara de aire entre el material de cobertura y el tablero de la cubierta (por ejemplo: 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 cumbrera).



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

REFERENCIAS

FUNDACIÓN MUSAAT

AUTOR

● Manuel Jesús Carretero Ayuso

Calle del Jazmín, 66
28033 Madrid

IMÁGENES

● Carretero Ayuso, Manuel Jesús.
(Fig.1, 2, 3 y 4).

COLABORADOR

● Alberto Moreno Cansado

www.fundacionmusaat.musaat.es

BIBLIOGRAFÍA Y NORMATIVA

● CTE/DB-HS-1 ● NTE-QT ● UNE 136020 ● UNE 127100

CONTROL: ISSN: 2340-7573 Data: 14/b2º Ord.: 7 Vol.: Q N°: Qi -1 Ver.: 1

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

Nota: en este documento se incluyen textos de la normativa vigente.