

PLIEGO PARA CUBIERTAS CON AISLAMIENTO DE LANA MINERAL



## ÍNDICE

1.	Objeto del pliego.....	3
2.	Objetivos de la intervención .....	4
a.	Objetivos generales para el conjunto del edificio.....	4
b.	Objetivos particulares para cada elemento de la envolvente afectado (valores normativos) .....	5
3.	Diseño y proyecto .....	5
a.	Aspectos formales y estéticos: .....	5
b.	Otra documentación que se ha de aportar en proyecto .....	6
c.	Normativa de aplicación.....	7
d.	Condiciones exigibles a los componentes de la solución adoptada. ....	16
4.	Procedimiento de ejecución .....	23
a.	Logística de la obra. Criterios básicos.....	23
b.	Procedimientos de ejecución. Operaciones.....	24
c.	Control de calidad y seguimiento .....	30
d.	Unidades y criterios de medición.....	31
e.	Gestión de residuos y criterios medioambientales .....	31
f.	Programa y criterios de mantenimiento y uso .....	32
g.	Unidades, criterios de medición y partidas de obra.....	32
5.	Cuadro resumen .....	34



## CUBIERTAS CON AISLAMIENTO DE LANA MINERAL

### 1. Objeto del pliego

El objeto de este pliego es establecer las condiciones técnicas en las que se ha de desarrollar el proyecto y la obra de aislamiento térmico de cubiertas mediante paneles de lana mineral, considerando para este caso los tipos más comunes de cubiertas posibles, esto es, plana o inclinada, fría o caliente, transitable o no transitable, así como sus posibles combinaciones.

Las cubiertas son cerramientos en contacto con el exterior o con el terreno por su cara superior, y que presentan una inclinación inferior a 60° respecto al plano horizontal (definición recogida en el CTE-DB HE).

De manera general, y, en función de su pendiente, se pueden clasificar en:

- **cubiertas planas:** cuando dicha pendiente oscila entre el 1-5%, aunque en el caso de cubierta con lámina autoprottegida se puede alcanzar el 15%,
- **cubiertas inclinadas:** aquellas cuyos faldones superan una inclinación del 5%. Las pendientes mínimas recomendadas, en función del tipo de acabado, queda recogido en las tablas 2.9 y 2.10 del documento *CTE- DB HS Salubridad*.

En ambos casos, se considerará **cubierta ligera** cuando la carga permanente no sea superior a 100kg/m<sup>2</sup> (*CTE DB HR Protección frente al ruido*).

Adicionalmente, las cubiertas planas se pueden clasificar en:

- **Transitables:** son aquellas que pueden ser utilizadas de forma habitual como, por ejemplo, las que se utilizan para tendedores, zona de recreo, piscinas, cubiertas vegetadas para ocio, etc. Disponen de pendientes entre el 1-3 %.
- **No transitables:** son aquellas a las que se accede de manera limitada y habitualmente exclusivamente para labores de mantenimiento de la propia cubierta o de instalaciones. Sus pendientes oscilan entre el 1-15 %.

Por otra parte, y en función de la existencia o no de una cámara ventilada que divide la cubierta en dos hojas, nos permite clasificarlas en **cubiertas frías** (con cámara ventilada, aunque con distintos grados de ventilación) o **cubiertas calientes** (sin cámara).

Por último, se suele establecer otra clasificación en función de la posición relativa del aislamiento térmico respecto a la hoja impermeable de la cubierta. Así tendremos:

- **Cubiertas de solución tradicional:** en este caso, el aislamiento térmico se encuentra en las capas inferiores respecto al impermeabilizante, es decir, más cerca de los espacios interiores del edificio.
- **Cubiertas invertidas:** el aislamiento térmico se encuentra por encima de la protección impermeable de la cubierta, favoreciendo la durabilidad y la estabilidad térmica de la impermeabilización.

En el siguiente cuadro se sintetizan los distintos tipos de cubiertas que con más frecuencia se utilizan en edificación:



MORFOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD DE LA CUBIERTA	CUBIERTA PLANA				CUBIERTA INCLINADA - TEJADOS	
	Transitable (pendiente 1-5%)	Ajardinadas (pendiente 1-5%)	No transitable (pendiente 1-5%)		No transitable (pendiente 5-60%)	
COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO	Caliente	Caliente	Fría	Caliente	Fría	Caliente
	En cada caso, mediante una solución tradicional o invertida para la disposición del aislamiento térmico respecto al impermeabilizante					

## 2. Objetivos de la intervención

### a. Objetivos generales para el conjunto del edificio

Mediante el sistema que se plantea se trata de obtener los resultados exigibles en los siguientes apartados:

- Impermeabilidad:
  - En cubiertas, el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de los factores climáticos. El conjunto de las exigencias relativas a este aspecto se recoge en el documento *CTE DB HS Salubridad*, en especial, en la *Sección HS 1 Protección frente a la humedad*.
- Eficiencia energética:
  - Edificios de nueva planta: en lo que afecta a la definición de la envolvente, además del obligado cumplimiento de las exigencias recogidas en el *CTE DB HE Ahorro de energía*, *CTE DB HE1 Condiciones para el control de la demanda energética*, se pueden fijar objetivos para un cumplimiento más ambicioso en los valores de demanda energética del edificio respecto a lo que supondría un cumplimiento estricto de dicha normativa.
  - De igual forma, en edificios existentes, para su rehabilitación, se pueden fijar objetivos mejorados respecto al cumplimiento estricto que la normativa establece para este tipo de intervenciones. Por ejemplo:
    - Considerando las exigencias establecidas en los recientes programas de ayuda a la rehabilitación energética de edificios, se puede establecer que la reducción de la demanda conjunta (calefacción + refrigeración) alcanzará al menos el 35% sobre el estado actual para edificios existentes de las zonas climáticas D y E y del 25% para edificios de la zona C.
- Seguridad en caso de incendio
  - Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, ésta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo (*CTE DB SI Seguridad en caso de incendio*).
  - Para el caso de rehabilitaciones, cada elemento de la envolvente sobre el que se interviene garantizará el cumplimiento del *CTE DB SI Seguridad en caso de incendio*, tal y como se detalla más adelante en el apartado normativo.
  - La cubierta del edificio podrá considerarse espacio exterior seguro si, además de los términos recogidos en el anejo A) su estructura es independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y, en caso de incendio, éste no afecte simultáneamente a ambos.
  - En cuanto al aislamiento térmico, en este caso, la lana mineral, aporta una mejora considerable de la envolvente en el comportamiento en caso de incendio respecto a otras



alternativas de aislamiento. Se trata de un material con muy buena clasificación (A1 ó A2), por lo tanto, cumplirá cualquiera de los supuestos contemplados en la normativa.

- Las exigencias del conjunto de componentes de la cubierta varían en función del uso (restringido o general) así como de la relación del edificio con los colindantes y los sectores de incendio.

- Protección frente al ruido
  - El sistema mejorará el aislamiento acústico a ruido aéreo de la envolvente del edificio, si se emplean paneles de lana mineral frente a otras alternativas de aislamiento. De todos modos, en cualquier tipo de actuación, será necesario realizar un estudio global para garantizar y justificar que se alcanzan las exigencias establecidas en el *CTE BD-HR Protección frente al ruido*.

b. Objetivos particulares para cada elemento de la envolvente afectado (valores normativos)

Las cubiertas cumplirán y mejorarán, si es posible, los valores límite normativos que le sean de aplicación hasta garantizar el cumplimiento de los objetivos generales propuestos en los párrafos anteriores y los objetivos particulares que se marquen en cada caso.

Las cubiertas además de las exigencias descritas anteriormente han de cumplir otras funciones como son la contribución a la iluminación natural de los espacios interiores (ventanas inclinadas, lucernarios, cúpulas de iluminación, etc.) y el alojamiento de otras instalaciones del edificio (chimeneas, antenas, pararrayos, colectores solares, etc.).

### 3. Diseño y proyecto

a. Aspectos formales y estéticos:

Se cumplirán las determinaciones urbanísticas de aplicación en cada caso concreto. La solución propuesta se definirá por escrito y gráficamente de manera completa incluyendo, al menos, los siguientes aspectos:

- Definición gráfica mediante plantas (con la definición de cuarteles, faldones, pendientes y cotas, entre otros), secciones y alzados, a las escalas necesarias en cada caso, identificando todas las cubiertas, elementos que se elevan sobre ellas, así como los materiales que las componen y, en el caso de rehabilitación, su estado de conservación.
- Incorporación de los detalles necesarios tanto de la solución constructiva general, como de los elementos y encuentros singulares, así como de los casos particulares de cada tipo de cubierta. En el caso de las cubiertas, será especialmente relevante la definición de capas y materiales considerados, así como las soluciones de encuentro con fachada, paramentos verticales/petos, sumideros, canaletas y cualquier otro elemento singular.
- Indicación gráfica específica, en cada paño, de los elementos singulares que alteran la solución general y que puedan interferir en el correcto funcionamiento del sistema.
- La memoria escrita incluirá una descripción exhaustiva de la solución adoptada, las características (físicas, mecánicas, higrotérmicas, acústicas y de comportamiento frente al fuego) de cada uno de los componentes y del sistema de manera global. Se incluirá, además, la definición de los



materiales y sus características técnicas, así como los colores de los acabados (preferentemente claros por la elevada carga solar en este subsistema constructivo) con una escala normalizada y que facilite su comparación y reproducción.

b. Otra documentación que se ha de aportar en proyecto

Además de los requeridos administrativamente de manera habitual, se incluirán al menos los siguientes:

- Justificación del cumplimiento normativo en todos los aspectos que afecten al proyecto de obra nueva o de rehabilitación.
- En relación con el comportamiento energético del edificio:
  - Caracterización de los componentes de la envolvente térmica del edificio (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos) en los términos que se establecen en el *DB HE 1. Condiciones para el control de la demanda energética* apartado 4 *Justificación de la exigencia*, en los puntos 2, 3 y 4. En proyectos de rehabilitación esta información se referirá tanto al estado previo como al estado reformado.
  - Definición geométrica de la envolvente térmica del proyecto y cálculo de la compacidad resultante.
  - Certificados y memorias de cálculo y/o simulación energética: en escenarios de invierno y verano. En proyectos de rehabilitación se realizarán dos estudios, uno que defina el estado previo y otro, con el estado modificado mediante la solución propuesta. Ambos estudios definirán para los dos estados los siguientes indicadores:
    - Clasificación energética en los dos indicadores principales que establece nuestra norma: emisiones de CO<sub>2</sub> y energía primaria no renovable consumida. Se presentarán valores globales y también desglosados para cada uno de los servicios, es decir, calefacción, refrigeración y ACS en todos los casos y, además, de iluminación, en edificios de uso terciario.
    - Demanda de calefacción, de refrigeración y conjunta.
    - % de reducción y mejora prevista en cada uno de estos indicadores mediante la intervención propuesta en proyecto.(Los certificados de eficiencia energética de proyecto y de obra terminada son obligatorios).
  - En intervenciones de rehabilitación se realizará un Informe termográfico del estado previo a la intervención que se complementará con el correspondiente informe termográfico que se realizará una vez finalizada la obra. Asimismo, en el caso que nos compete puede ser de interés la incorporación de los resultados de una cata que identifique la composición del cerramiento y sus características.  
(Este informe es siempre recomendable, y puede resultar obligatorio en el concurso de ayudas)
  - De igual manera, en edificios de nueva planta se realizará un informe termográfico, en este caso, de la obra terminada.  
(Este informe es siempre recomendable, y puede resultar obligatorio en el concurso de ayudas)
  - Certificado de eficiencia energética (CEE). En rehabilitación estado previo y modificado. Es de suma importancia que los valores de superficies (huecos, opacos), características de las soluciones constructivas y de los sistemas de acondicionamiento y producción de ACS, etc. que se reflejan en el C.E.E. coincidan exactamente con los reflejados en el resto de la documentación proyecto.



- Libro del edificio o libro del edificio existente según el tipo de proyecto que se esté desarrollando. (Se recomienda la redacción de este documento, y puede resultar obligatorio en el concurso de ayudas)
- Fichas técnicas de materiales que se han utilizado.
- Manuales de mantenimiento.
- Certificados de calidad de los materiales.
- Marca CE y Declaración de Prestaciones (Dop) de los productos que componen la cubierta.
- Certificaciones voluntarias del sistema: ETA, DIT o DAU.
- Declaración ambiental de producto (Dap) o ecoetiquetas.
- Prestaciones acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio según la UNE-EN ISO 717-1:2021 Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto.

c. Normativa de aplicación

El proyecto que desarrolla la solución propuesta en cubierta evaluará, estudiará y justificará el cumplimiento de los siguientes requisitos normativos:

- Exigencias de resistencia estructural

En rehabilitación de edificios existentes y de manera previa a la adopción de esta solución, se realizará una inspección del estado estructural del edificio, comprobando que el soporte sea suficientemente resistente.

Se harán las comprobaciones necesarias respecto al cumplimiento del CTE DB SE Seguridad Estructural. El coeficiente de simultaneidad será de cero si las cubiertas son accesibles únicamente para mantenimiento y se adoptará el valor de uso que corresponda en el caso de las cubiertas transitables. Asimismo, se deberá estudiar la adecuación de la flecha admisible según su integridad, confort de usuarios y apariencia de la obra. En este caso, será especialmente importante tener en cuenta la necesidad de evacuación del agua que reciba la superficie.

- Eficiencia energética

Las soluciones adoptadas cumplirán los indicadores que le sean de aplicación del *DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética*:

- Cumplimiento del *DB HE Ahorro de energía* en lo referente a la *Tabla 3.1.1.a – HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2K$ ]* de cada elemento de la envolvente que se define en proyecto o, en rehabilitación, sobre los que se interviene. En este caso el elemento es la cubierta y el contacto (aire exterior o terreno) que corresponda.
- Cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte de este. Cumplimiento de las tablas *Tabla 3.1.1.b y Tabla 3.1.1.c – HE1 Valor límite  $K_{lim}$  [ $W/m^2K$ ]* según corresponda al uso y compacidad del edificio.
- En el caso de rehabilitación, en la que sustituyan las carpinterías y vidrios de los huecos o lucernarios de cubierta, se justificará el cumplimiento de la *Tabla 3.1. 1ª de valores límite de transmitancia térmica* y de la *Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica*, de acuerdo con la zona climática de proyecto.



- Las cubiertas son uno de los subsistemas constructivos con mayor cadencia en la presencia de puentes térmicos, por lo que habrá que prestar especial atención a éstos.
- Cumplimiento del apartado 3.3 *Limitación de condensaciones en la envolvente térmica* del CTE DB HE1 *Condiciones para el control de la demanda energética* para la solución de cada cerramiento modificado. Se estudiará y justificará, para cada periodo anual, que las posibles condensaciones intersticiales que se puedan producir en los cerramientos de la envolvente térmica que se crean o sobre los que se interviene, no superarán las evaporaciones previstas para los mismos periodos. En el caso de que el resultado indique que se producen condensaciones intersticiales en el cerramiento y que éstas provocan una merma significativa en las prestaciones térmicas del cerramiento se propondrá una solución complementaria que garantice el cumplimiento de este apartado.
- La cubierta, en cuanto a su superficie, morfología y ocupación, será uno de los parámetros fundamentales para el cálculo de la exigencia de la generación de energía eléctrica mínima según el CTE-DB HE 5 *Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables*.

- Salubridad

En cuanto al cumplimiento del DB HE Sección HS 1 *Protección frente a la humedad*, entre las cubiertas se incluyen tanto las convencionales como los suelos de terrazas y balcones que cubren espacios inferiores ya sean habitables o no habitables.

En cuanto al cumplimiento de este apartado se justificarán al menos los siguientes aspectos:

- Cumplimiento del grado de impermeabilidad único e independiente de la localización o de los factores climáticos.
- En el caso de encuentro de cubierta con un muro, la impermeabilización del muro ha de soldarse y unirse al de la cubierta para limitar el riesgo de discontinuidades y de infiltración de humedades a través de ellas, por lo que será imprescindible un adecuado solape y la elevación de la impermeabilización mínimo 20cm por encima de la cota de acabado, especialmente en condiciones de cambio climático cuando se intensifican fenómenos naturales extremos.
- Cumplimiento de las características de la cubierta (recogidas en el apartado 2.4.2.), de sus componentes (en el apartado 2.4.3) y las de los puntos singulares (en el apartado 2.4.4.).
- El dimensionado de los tubos de drenaje ha de atender a las exigencias recogidas en la tabla 3.1, mientras que el de los orificios de los tubos de drenaje atenderán a la tabla 3.2. En el caso de canaletas de recogida, el número de sumideros y la pendiente mínima y máxima atenderá a la tabla 3.3.
- La cubierta deberá cumplir con las características técnicas mínimas y condiciones de ejecución exigidas por la normativa y relativas a cada unidad de obra. Éstas quedan recogidas en el apartado 5.1.4.
- Las operaciones de mantenimiento de las cubiertas quedan recogidas en la tabla 6.1. debiendo ser anuales la limpieza de los elementos de desagüe y la recolocación de la grava, aunque puede reducirse su frecuencia a la de las tormentas importantes. Asimismo, serán trianuales la comprobación del estado de conservación de la protección o tejado, así como

de los puntos singulares. Además, de éstas deberán tenerse en cuenta las operaciones de mantenimiento características de las redes de evacuación de aguas, recogidas en el DB HS 5, en el apartado 7, de tal forma que deberán limpiarse cada 6 meses los sumideros de las cubiertas transitables y los botes sifónicos, o cada año en el caso de los sumideros y calderetas de las cubiertas no transitables.

Justificación del cumplimiento del *CTE HS Sección HS 2 Recogida y evacuación de residuos*.

- En los sistemas de traslado por gravedad y en los conductos de ventilación, el extremo superior de la bajante debe sobresalir mínimo 1 metro respecto a la cubierta. El resto de las condiciones geométricas se describen en el siguiente gráfico:



CTE DB HS Sección HS 2. Figura 2.2. Ejemplos de altura libre del extremo superior de la bajante sobre la cubierta (Reproducción)

Justificación del cumplimiento del *CTE HS 3 Calidad de aire interior*

- Las bocas de expulsión de la ventilación deben situarse a más de tres metros de cualquier elemento de entrada de ventilación y de los espacios ocupados por personas (terrazas, galerías, miradores o balcones, entre otros). Esta altura puede reducirse en el caso de ventilación híbrida hasta un metro, aunque habrá de tenerse en cuenta la altura de los obstáculos que estén entre 2-10 metros, deberá ser 1.3 veces superior a la altura de un obstáculo que esté a una distancia menor de 2 metros y que habrá de elevarse 2 metros en el caso de cubiertas transitables.

Justificación del cumplimiento del *CTE HS 5 Evacuación de aguas*

- Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales, según la *tabla 4.6 número de sumideros en función de la superficie de la cubierta*, de la *tabla 4.7 diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100mm/h* y de la *tabla 4.8 diámetro de las bajas de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h*. Para regímenes de pluviométricos diferentes, se aplica el factor corrector de superficie "f", siendo f=intensidad pluviométrica partido por 100.
- La superficie de boca de la caldereta será, como mínimo, un 50% superior que la sección de la bajante a la que sirve, una profundidad mínima de 185cm y un solape mínimo de 5cm bajo el solado. Se dispondrán rejillas planas o esféricas, según se trate de cubiertas transitables o no transitables, respectivamente. Los sumideros serán de tipo sifónico y capaces de soportar carga de 100kg/cm<sup>2</sup> de forma constante. En el apartado 5.1.3 se recogen además exigencias de sellado y de impermeabilización.
- Las exigencias de los canalones cumplirán el apartado 5.1.4. en cuanto a la pendiente mínima de 0.5% (0,16% en el caso de canalones de plástico), con ligera pendiente hacia el



exterior, disponiendo de elementos de sujeción cada máximo de 50cm (70 ó 100cm en el caso de canalones de plástico, según la presencia o no de nieve) remetiéndose 15mm bajo la línea de la cobertura.

- La ejecución de las redes de pequeña evacuación y de bajantes y ventilaciones cumplirán con las exigencias recogidas en el apartado 5.2 y 5.3, respectivamente.
- La estanqueidad de la cubierta se garantizará mediante la realización de una prueba con agua, para lo que se taponarán los terminales de las tuberías de evacuación y se llenará la red con agua hasta rebosar, garantizando una presión superior a 0.3 bares e inferior a 1 bar.
- Los materiales para utilizar deberán ser definidos de tal forma que se garantice la impermeabilidad total a líquidos, suficiente resistencia a cargas externas y a la agresividad de las aguas a evacuar, flexibilidad para absorber movimientos, resistencia a la abrasión, corrosión, etc.
- El dimensionado de las redes de ventilación de esta instalación se realizará de acuerdo con el apartado 4.4.

■ Protección frente al ruido

Justificación del aislamiento acústico a ruido aéreo de la envolvente,  $D_{2m,nT,Air}$ , entre un recinto protegido y el exterior será mayor que los valores indicados en la *tabla 2.1 del CTE DB-HR*, en función del uso del edificio y de los valores del índice de ruido día,  $L_d$ , definido en el *Anexo I del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre*, de la zona donde se ubica el edificio. Asimismo, se tendrán en cuenta los parámetros acústicos recogidos en la tabla 3.4. cuando las cubiertas estén en contacto con recintos protegidos. Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves (según se establezca en los mapas de ruido correspondientes) el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo requerido en la tabla 2.1 del CTE DB-HR se incrementará en 4dBA.

La superficie de la cubierta y el conjunto de elementos que cierran los huecos (lucernarios y claraboyas) se caracterizan por:

- Índice global de reducción acústica,  $R_w$ , en dB;
- Índice global de reducción acústica, ponderado A,  $R_A$ , en dBA;
- Índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles,  $R_{A,tr}$ , en dBA;
- Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente,  $C$ , en dB;
- Término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves,  $C_{tr}$ , en dB.
- La clase de claraboya o de ventana, según la norma UNE EN 12207:2017 Ventanas y puertas. Permeabilidad al aire. Clasificación, así como la UNE EN 1873:2015+A1:2016 Accesorios prefabricados para cubiertas. Lucernarios individuales en materiales plásticos. Especificaciones de producto y métodos de ensayo. La fijación de los cercos de estos elementos debe garantizar la estanqueidad no sólo al agua, sino también la permeabilidad al aire.

Se deberán expresar las características acústicas de los productos y elementos constructivos. Si se han obtenido mediante ensayos de laboratorio, indicándolo específicamente, mientras que, si se han obtenido mediante cálculo, debe incorporarse los valores obtenidos y la justificación correspondiente.

En el caso de disponer las instalaciones en cubierta, la disposición de capas de aislamiento debe garantizar que el nivel de presión sonora en recintos habitables y protegidos no superen los exigidos por la normativa en términos de calidad acústica. El uso de lanas minerales contribuye a la mejora de las soluciones tanto de aislamiento acústico como de absorción acústica.

- Seguridad en caso de incendio

Justificación completa del cumplimiento de las medidas destinadas a la limitación del riesgo de incendios recogidas en el *Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio*, en especial en lo que afecta a las fachadas y medianeras según el *CTE DB SI-1 Propagación interior*, *CTE-DB-SI-2 Propagación exterior* y *CTE DB-SI 5 Intervención de los bomberos*.

En el DB SI 1 Propagación interior, se recogen las condiciones específicas del cumplimiento de las cubiertas en función de sus características:

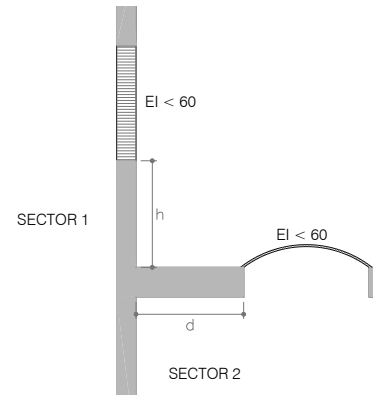
- Las cubiertas de uso restringido no tienen la exigencia de cumplir las condiciones de evacuación establecidas por el DB SI.
- Una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para utilizarse en la evacuación, no necesita tener compartimentación de incendios y sólo debe aportar resistencia al fuego R, de acuerdo con el *DB SI 1. Propagación interior*. Dicha R podrá ser de R30 cuando dicha cubierta no está prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, excepto en las franjas recogidas en el capítulo 2 de la sección SI 2, para las que sí se exigirá REI.
- En el caso de viviendas unifamiliares consideradas como un único "edificio", la cubierta deberá cumplir con una EI 60, aunque si son entre edificios diferentes sí ha de cumplir las condiciones de la SI2.
- La cubierta tendrá la misma REI que los paramentos verticales, según DB SI 1, excepto cuando la cubierta no está destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, en cuyo caso, no se precisará tener la función de compartimentación de incendios y, por lo tanto, sólo habrá de satisfacer las exigencias de resistencia al fuego características como elemento estructural. No sucederá lo mismo con las franjas para las que el cumplimiento será del REI.
- Las instalaciones y equipos ubicados en las cubiertas se excluyen del cumplimiento de la normativa relativa a "locales y zonas de riesgo especial" del DB SI 1, apartado 2. En este sentido, la instalación en sí, por su tamaño, uso y potencia que cumpla las condiciones de la tabla 2.2 no precisa cumplir las condiciones cuando esté situada en una cubierta utilizada únicamente para instalaciones y no implique riesgo sobre otros edificios.

En el *CTE-DB-SI-2 Propagación exterior* se exige, que:

### 3 PROYECTO

#### CUBIERTAS

- En cubiertas accesibles al público, la reacción al fuego debe ser al menos de B-s3, d0. Además, se exige una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0.50m de anchura desde el edificio colindante, o de un metro desde el encuentro de la cubierta con cualquier elemento que compartimente el sector de incendios o de un local de riesgo especial alto. La normativa contempla, en este sentido, la opción de prolongar la medianera o elemento que compartimenta 0.60m por encima del acabado de la cubierta.
- Con el fin de evitar la propagación entre cubiertas y fachadas que pertenezcan a edificios o sectores de incendio diferentes, se ha de cumplir una altura  $h$  mínima que ha de tener una resistencia al fuego mínima de EI60, en función de la distancia a la fachada, según el apartado 2.



CTE DB SI 2. Propagación exterior Figura 2.1. Encuentro cubierta-fachada (Reproducción)

- Para evitar la propagación por el exterior, las zonas de la cubierta situadas a menos de 5m de distancia de proyección vertical de cualquier zona de la fachada del mismo u otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea de EI60, y ocupen más del 10% del acabado exterior deben pertenecer a la clase de reacción al fuego Broof (t1).
- Podrá ser R30 la estructura principal (vigas y jácenas, no así viguetas o correas que carecen de exigencia mínima) de cubiertas ligeras y los elementos que las sustenten (sólo a ellas) no previstas para ser utilizadas como evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto a la rasante exterior no exceda los 28m.
- La cubierta del edificio podrá considerarse espacio exterior seguro si, además de los términos recogidos en el anejo A) su estructura es independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y un incendio no afecte simultáneamente a ambos.
- En todos los casos, las lanas minerales con una clasificación de tipo A1 ó A2 cumplen dicha exigencia. Los métodos de ensayo y la clasificación de los productos a emplear seguirán las especificaciones y criterios definidos en el RD 842/2013 para las clases de reacción.

En el caso de transformación de un espacio bajo cubierta en vivienda, aumentará la altura de evacuación del edificio, debiéndose adecuar a las exigencias del DB SI. Asimismo, la vivienda deberá disponer de, mínimo, un itinerario accesible que comunique con la vía pública, siguiendo



el CTE SUA 9, cuando se deba salvar más de dos plantas o que el edificio tenga más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible.

- Seguridad de utilización y accesibilidad  
En el ámbito de la seguridad de utilización y accesibilidad CTE SUA, las cubiertas deberán cumplir varias de las exigencias contempladas en dicho documento.  
El pavimento de las terrazas deberá garantizar el cumplimiento del CTE-SUA 1 “seguridad frente al riesgo de caídas” y, en este sentido, la clase de resbaladividad será, como mínimo de 2 para aquellas superficies con pendiente menor del 6% o de clase 3 para las que tengan mayor pendiente o para las escaleras.  
En cuando a la iluminación, atendiendo al CTE-SUA 4 “seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada”, en las cubiertas, se deberá disponer de instalación fija de alumbrado de emergencia, que entrará en funcionamiento al producirse algún fallo de alimentación del alumbrado normal y, desde este punto de vista, deberá estar provista de fuente propia de energía.  
En el caso de la implantación de sistemas de energía fotovoltaica, deberá garantizarse el cumplimiento del *CTE-SUA 8 Protección frente al riesgo causado por la acción del rayo*, así como del *Anejo B Características de las instalaciones de protección frente al rayo*. En este caso, el riesgo de la cubierta se determinará no sólo en función de la frecuencia esperada de impactos, como función de la localización y del entorno, sino también del riesgo admisible que dependerá del tipo de construcción, del contenido del edificio y del uso y de la exigencia del mantenimiento de la actividad que en él se desarrolla.

Finalmente, todas las cubiertas deben disponer de los sistemas de protecciones suficientes, así como elementos o dispositivos necesarios para que puedan realizarse labores de inspección y mantenimiento con seguridad. Para ello, se deberán seguir las instrucciones recogidas en las guías técnicas del INSST (antiguo INSSBT), en concreto, se deberán seguir las indicaciones recogidas en los documentos “Trabajos en cubierta. Lo importante es bajar con vida”, que recogen pautas esenciales para evitar caídas desde altura y que implicará una adecuada planificación de los trabajos a realizar. Estas medidas estarán basadas en las características de la cubierta sobre la que se va a intervenir (dimensiones, pendientes, peso máximo que soporta, accesos, zonas frágiles, protecciones y pasarelas existentes, servicios afectados, etc.). En el caso de cubiertas de materiales ligeros, el INSST dispone de una guía específica para la realización de trabajos en este tipo de superficies en la que se recogen recomendaciones sobre distintos trabajos previos a acometer, tipos de barandillas, pasarelas, etc. así como de su correcta instalación. Desde el punto de vista del diseño, se han de tener en consideración las recomendaciones recogidas en “orientaciones para la integración de la prevención de riesgos laborales en el diseño de cubiertas” publicado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Cualquier otra exigencia normativa que, por razón del uso del edificio, su ubicación o configuración, le resulte de aplicación.
- Otra normativa y documentos de referencia



Fichas DIT o DAU específicas de sistemas constructivos

Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

UNE-EN 506:2010

Productos para cubiertas de chapa metálica. Especificación para los productos autoportantes de cobre o zinc.

UNE-EN 508-1:2022

Productos para cubiertas y revestimientos de chapa metálica. Especificación para los productos autoportantes de chapa de acero, aluminio o acero inoxidable. Parte 1: Acero.

UNE-EN 508-3:2022+A1:2024

Productos para cubiertas y revestimientos de chapa metálica. Especificación para los productos autoportantes de acero, aluminio o acero inoxidable Parte 3: Acero inoxidable.

UNE-CEN/TS 1187:2013

Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.

UNE-EN 1365-2:2016

Ensayos de resistencia al fuego de elementos portantes. Parte 2: Suelos y cubiertas.

UNE-EN 1850-1:2000

Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de defectos visibles. Parte 1: Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas.

UNE-EN 1850-2:2001

Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de los defectos visibles. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.

UNE-EN 12311-1:2000

Láminas flexibles para impermeabilización. Parte 1: Láminas bituminosas para la impermeabilización de cubiertas. Determinación de las propiedades de tracción.

UNE-EN 12311-2:2013

Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de las propiedades de tracción. Parte 2: Láminas plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas.

UNE-EN 12326-2:2012

Productos de pizarra y piedra natural para tejados inclinados y revestimientos. Parte 2: Métodos de ensayo para pizarras y pizarras carbonatadas.

UNE-EN 13162:2013+A1:2015

Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.

UNE-EN 13416:2024

Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas bituminosas, plásticas y de caucho para la impermeabilización de cubiertas. Reglas para la toma de muestras.

UNE-EN 13501-1:2019

Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

UNE-EN 13501-2:2023

Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.

UNE-EN 13501-5:2019

Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 5: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de cubiertas ante la acción de un fuego exterior.

UNE-EN 13501-6:2019

Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 6: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego de cables eléctricos.

UNE-EN 14437:2023

Determinación de la resistencia al levantamiento de las tejas de arcilla o de hormigón instaladas en cubiertas. Método de ensayo del sistema de cubierta.

UNE-EN 14964:2007

Placas rígidas inferiores para tejados y cubiertas de colocación discontinua. Definiciones y características.

UNE-EN 17686:2023

Láminas flexibles para impermeabilización. Determinación de la resistencia a la carga de viento del sistema constructivo de cubiertas con sistemas de impermeabilización adheridos.



UNE 22190:2014

Productos de piedra natural. Construcción de cubiertas inclinadas y revestimiento de paramentos verticales, con pizarra.

UNE 92180:2017

Características mínimas recomendables para distintas aplicaciones. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral.

UNE 92325:2018

Productos de aislamiento térmico en la edificación y cerramientos acristalados. Control de la instalación.

UNE 104416:2009

Materiales sintéticos. Sistemas de impermeabilización de cubiertas realizados con membranas impermeabilizantes formadas con láminas sintéticas flexibles. Instrucciones, control, utilización y mantenimiento.

UNE 104481-3-2:2010

Métodos de ensayo de membranas impermeabilizantes. Parte 3-2: Ensayo de estanquidad de las uniones entre láminas impermeabilizantes mediante el método de aire a presión en el canal de prueba.

UNE 127100:1999

Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón.

UNE 136020:2004

Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas.

d. Condiciones exigibles a los componentes de la solución adoptada.

De forma general, todos los materiales que se van a emplear deben ser de primera calidad y deben cumplir las disposiciones vigentes referentes a los materiales, prototipos de construcción y normativa UNE de cada uno de ellos. Del mismo modo, todos los materiales deberán someterse a controles, ensayos previos, experimentación, sello de calidad, entre otros, que puedan ser exigibles.

Los componentes deberán ser compatibles entre sí, y, de forma generalizada, formar parte del mismo sistema en su visión conjunta y no como la suma de componentes. Asimismo, los aplicadores de sistemas completos deberán ser homologados por los fabricantes de dichos sistemas.

### 3 PROYECTO

### CUBIERTAS

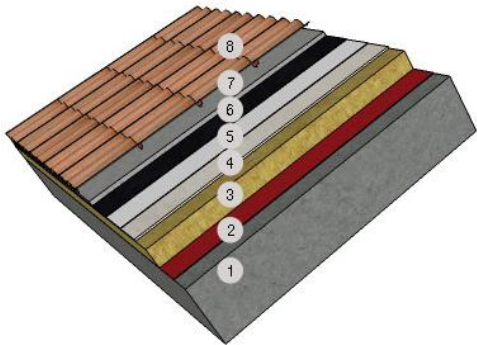


Figura 1. Esquema "cubierta caliente"

1. Soporte resistente
2. Barrera de vapor
3. Panel lana mineral entre rastreles
4. Tablero resistente
5. Capa separadora (en caso de sistema no adherido)
6. Capa impermeabilizante
7. Mortero cada aproximadamente 5 filas e hiladas y puntos singulares
8. Tejas cerámicas

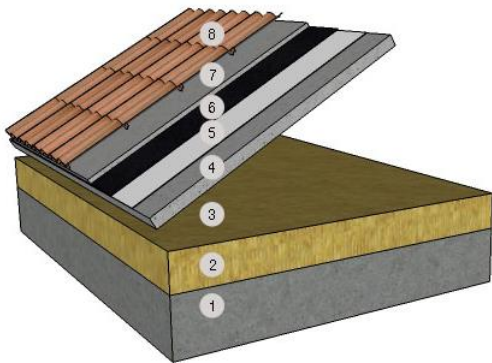


Figura 2. Esquema "cubierta fría"

1. Soporte resistente
2. Panel lana mineral o borra de lana mineral. Si se va a transitar, prever las zonas de paso y colocar sobre la lana una capa de compresión.
3. Cámara de aire ventilada
4. Tablero resistente
5. Capa separadora (en caso de sistema no adherido)
6. Capa impermeabilizante
7. Mortero cada aproximadamente 5 filas e hiladas y puntos singulares
8. Tejas cerámicas

Los distintos componentes deberán almacenarse protegidos de las inclemencias climáticas, las heladas, los daños mecánicos, y la radiación ultravioleta.

De manera general, los componentes que pueden conformar el sistema, en todo o en parte, son: soporte resistente, cámara de aire, tablero, sistema de formación de pendientes, barrera contra el vapor, aislamiento térmico, capa separadora, impermeabilizante y acabado o cobertura.

#### ▪ Soporte o forjado

En todos los casos, especialmente si se trata de una rehabilitación, se evaluará de manera previa el estado de conservación del soporte, para garantizar que sea continuo y suficientemente resistente.

En este sentido, el soporte ha de ser suficientemente estable, en términos mecánicos frente a cargas estáticas y dinámicas, y tanto de resistencia como de rigidez, de tal forma que sea capaz no sólo de soportarse a sí mismo, sino también de soportar la carga adicional que se añade con la instalación del sistema y las derivadas uso previsto. El soporte, sea o no estructural, debe ser capaz de transmitir las cargas a lo largo de la sección a la estructura portante del propio edificio. La adecuada inspección y cálculo de la resistencia del conjunto, no sólo de la envolvente sino también la de la propia estructura de la edificación, deberá realizarse antes de optar por la instalación del sistema.

#### ▪ Cámara de aire

En las cubiertas frías, se dispondrá una cámara de aire ventilada entre el soporte estructural y el tablero. Esta cámara de aire será fundamental para definir un espacio "colchón" o de transición entre el interior y el exterior y eliminar posibles condensaciones que puedan generarse en el espacio interior. En este tipo de soluciones, tanto cubiertas planas como inclinadas, se deberá garantizar una ventilación adecuada. (Ver Figura 1).

En el caso de cubiertas calientes, no se dispone de cámara de aire. Si existe o se dispone, ésta será no ventilada y de espesor inferior a 5 cm para evitar fenómenos de convección. (Ver Figura 2). El Código Técnico de la Edificación, en su documento *DB HS Salubridad*, indica la condición para que la cubierta sea considerada ventilada, según lo cual, además de que el aislamiento térmico se ubique en la hoja exterior de dicha cámara, el área efectiva total de las aberturas,  $S_s$ , y su relación con la superficie de la cubierta,  $A_c$ , debe ser:

$$30 > (S_s/A_c) > 3.$$

#### ▪ Tablero

El elemento estructural, esto es, el forjado, puede o no coincidir con el tablero sobre el que se colocará o se coloca la cubierta. El tablero, por lo tanto, tiene la función de crear la base para la instalación del acabado correspondiente a la cubierta que se está definiendo.



Al igual que en el caso del soporte o del forjado, deberá garantizarse la adecuación mecánica de dicho tablero antes de proceder a la instalación de la cubierta correspondiente.

- Barrera contra el vapor  
Cuando por la composición de la cubierta o de la disposición de sus capas se puedan generar condensaciones, se dispondrá una barrera de vapor situada inmediatamente por debajo del aislamiento térmico previsto o lo más próximo a la hoja interior. Para el cálculo de las posibles condensaciones se puede emplear el *Documento de Apoyo al Documento Básico, DB-HE Ahorro de energía DA DB-HE / 2 Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos*.

- Aislamiento térmico  
El aislamiento térmico ha de ser continuo a lo largo de toda la cubierta y debe prolongarse, en el caso de tabiques palomeros o falsos techos, volviéndose en vertical, para minimizar el puente térmico generado por las discontinuidades existentes, que podrían generar problemas locales de condensación. Además, en el caso de espesores de aislamiento elevados, conviene que las juntas no coincidan para evitar puentes térmicos a través de ellas.

En función del tipo de cubierta, la solución más adecuada para la disposición del aislamiento térmico será diferente:

- cubiertas frías: suelen colocarse aislamientos de baja densidad sobre el forjado o por debajo de éste que, como se ha indicado, es conveniente que se vuelvan hacia el tabique palomero o hacia la parte superior del muro (en el caso del falso techo).

En el caso de cubiertas frías inclinadas se habrá de considerar la creación de pasos de personal de mantenimiento ejecutados con aislamientos de mayor rigidez para garantizar que mantienen sus prestaciones con el paso de personas. Esto puede solucionarse colocando una capa de compresión sobre el aislamiento térmico y aumentando la densidad de este último de tal forma que se garantice el reparto de cargas.

- Cubiertas calientes: es común que el aislamiento se disponga entre rastreles, por encima del soporte y por debajo de una capa de compresión cuando es cubierta plana, o de un tablero resistente en cubiertas inclinadas para evitar el aplastamiento del aislamiento térmico. Si se colocan rastreles de fijación del aislamiento, éstos se deben disponer perpendiculares a la pendiente de la cubierta. Si estos perfiles fueran metálicos será necesario envolverlos correctamente para minimizar el puente térmico y la aparición de infiltraciones.

Como se ha mencionado, se pueden utilizar todos los tipos de lana mineral del mercado específicos para su empleo en sistemas de cubierta, pudiendo ser más o menos permeables al vapor de agua o de mayor o menor resistencia mecánica. Por tratarse de un material con elevada

permeabilidad al vapor de agua el sistema deberá ir acompañado de un estudio de condensaciones que determine la necesidad o no de interponer una barrera de vapor en alguna capa específica de la envolvente térmica. Existen en el mercado diferentes presentaciones de lana mineral que incorporar la correspondiente barrera de vapor en el caso de que se requiera.

- Sistema de formación de pendientes  
En el caso de cubierta plana o cuando el soporte de la cubierta inclinada no disponga de la pendiente adecuada al tipo de protección o de la impermeabilización, se dispondrá una capa intermedia para la formación de las pendientes necesarias hacia los elementos previstos para la evacuación del agua.

Comúnmente esta capa se ejecuta con un material aligerado tipo arcilla expandida empleada como agregado de mortero de cemento, lo que mejora la resistencia térmica de la cubierta y limita el peso propio del elemento constructivo. Habitualmente, como esta capa suele ser rugosa, para evitar punzonamientos de la impermeabilización o de las siguientes hojas, se aplica sobre ella una capa de mortero de cemento maestreado.

El Código Técnico de la Edificación, en el documento *DB HS1 Protección frente a la humedad, apartado 2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes*, recoge los intervalos de las pendientes de las cubiertas planas e inclinadas, en función del tipo de protección y del uso previsto de la cubierta (transitable, no transitable o ajardinada). A continuación, se incluyen las tablas resumen recogidas del CTE, esto es, tabla 2.9 relativa a cubiertas planas y tabla 2.10 de cubiertas inclinadas:

#### Cubiertas planas

*CTE DB HS 1 Protección frente a la humedad. Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas (Reproducción)*

USO		PROTECCIÓN	PENDIENTE (%)
Transitables	Peatones	Solado fijo	1-5 <sup>(1)</sup>
		Solado flotante	1-5
	Vehículos	Capa de rodadura	1-5 <sup>(1)</sup>
No transitables		Grava	1-5
		Lámina autoprottegida	1-15
Ajardinadas		Tierra vegetal	1-5

<sup>(1)</sup> Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

### 3 PROYECTO

### CUBIERTAS

#### Cubiertas inclinadas

CTE DB HS 1 Protección frente a la humedad. Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas (Reproducción)

			Pendiente mínima %	
Tejado <sup>(1)</sup> (2)	Teja <sup>(3)</sup>	Teja curva	32	
		Teja mixta y plana monocanal	30	
		Teja plana marsellesa o alicantina	40	
		Teja plana con encaje	50	
	Pizarra		60	
	Placas y perfiles	Cinc		10
				10
		Fibrocemento	Placas simétricas de onda grande	10
			Placas asimétricas de nervadura grande	10
			Placas asimétricas de nervadura media	25
		Sintéticos	Perfiles de ondulado grande	10
			Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado grande	5
			Perfiles de grecado medio	8
			Perfiles nervados	10
		Galvanizados	Perfiles de ondulado pequeño	15
			Perfiles de grecado o nervado grande	5
			Perfiles de grecado o nervado medio	8
			Perfiles de nervado pequeño	10
			Paneles	5
Aleaciones ligeras		Perfiles de ondulado pequeño	15	
	Perfiles de nervado medio	5		
Bituminosas	Placa en sistema monocapa	25		
	Placa en sistema bicapa	15		

(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 de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

(3) Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127100:1999 ("Tejas de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón") ó en norma UNE 136020:2004 ("Tejas cerámicas. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas").

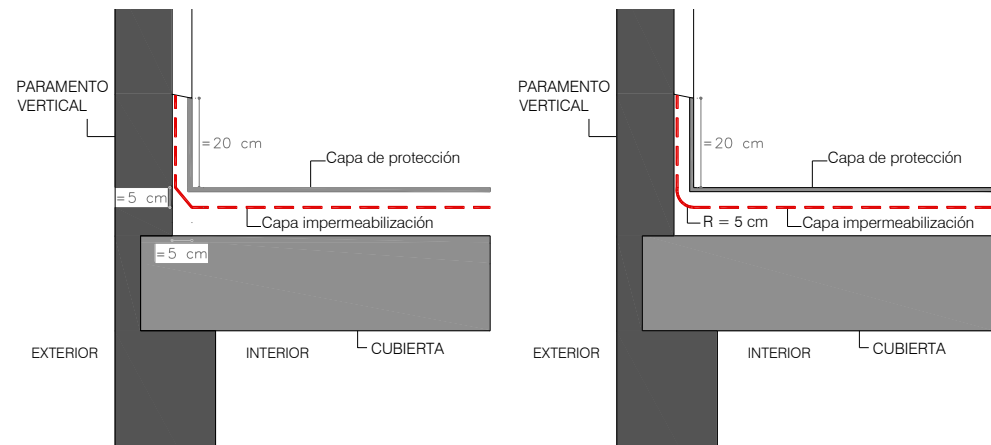
- Capa separadora

Las capas separadoras son, comúnmente, geotextiles, que se disponen en sistemas no adheridos o semiadheridos. Su función consiste en, por una parte, evitar el punzonamiento estático de la capa situada a continuación de la anterior, como en el caso de cubiertas tradicionales calientes, en el que la lámina impermeabilizante se dispondría sobre el sistema de formación de pendientes, o también, para evitar la adherencia entre las capas contiguas o incluso problemas de incompatibilidad química que pudieran darse entre ellas. En el caso de sistemas adheridos, esta capa no se dispondría por debajo de la lámina impermeabilizante, pero puede ser necesaria para otras aplicaciones como evitar el punzonamiento en el caso de acabados de grava en cubiertas

invertidas o en cubiertas transitables para peatones (en ambos casos, la capa separadora ha de ser específicamente anti-punzonante).

- Lámina impermeable**  
 Las láminas impermeables, en el caso de las cubiertas, determinan si la cubierta adopta una solución tradicional, en la que la lámina impermeabilizante se dispone por encima del aislamiento térmico, o si la solución es invertida, en cuyo caso, el aislamiento térmico se dispondrá sobre el impermeabilizante. En el caso de lanas minerales se optará por cubiertas tradicionales en las que el impermeabilizante se sitúa por encima del aislamiento térmico, precedidas de una capa de compresión y aquellas capas necesarias (como capas separadoras, formación de pendientes, etc.).

En el caso de la lámina impermeabilizante será esencial definir el tipo de fijación, si ésta es mecánica, adherida o no adherida, para la puesta en obra y la selección de capas previas y posteriores. *El CTE DB HS1 Protección frente a la humedad, apartado 5.1.4.4 Condiciones de la impermeabilización*, proporciona unas recomendaciones básicas y condiciones para la ejecución e instalación en obra de la lámina impermeabilizante. En cualquier caso, la impermeabilización debe elevarse 20cm, como mínimo, por encima del nivel de la capa de protección de la cubierta, y redondeándose (con un radio de curvatura de 5cm) en el encuentro con el paramento vertical, cuidando el remate superior para evitar infiltraciones, siendo recomendable, de las distintas opciones, crear un retranqueo con profundidad mayor de 5cm en el paramento vertical.



CTE DB HS 1. Propagación frente a la humedad Figura 2.13 Encuentro de la cubierta con un paramento vertical (Reproducción)

Del mismo modo, el encuentro de la impermeabilización con el borde lateral deberá prolongarse la impermeabilización 5cm sobre el frente del alero o del paramento, o disponiéndose un angular que haga las veces de goterón sobre el que deberá prolongarse la impermeabilización.

### 3 PROYECTO

#### CUBIERTAS

Imagen 1 y 2. Acabados discontinuos de tejados.  
Fte: autora Mar Barbero



- **Capa drenante**  
En el caso de cubiertas vegetadas, por encima de la impermeabilización se dispondría una capa separadora y una capa drenante, seguida de una capa filtrante, sobre la que se dispone la tierra de la cubierta vegetal. Esta capa drenante sirve para drenar la tierra superior, así como almacenar agua aprovechando su geometría.
- **Acabado o capa de protección**  
Las cubiertas pueden presentar una elevada variedad de acabados cuya limitación, en algunos casos, está definida por la funcionalidad de la cubierta (transitable para peatones, vehículos o no transitable), pero además por la pendiente de la superficie, la puesta en obra y/o mantenimiento del sistema, siendo necesario en todos los casos excepto en los de las láminas autoprotectidas. Si bien la calidad de estos productos ha mejorado mucho en los últimos años, su uso debe ser limitado dadas las elevadas temperaturas que se alcanzan en la superficie y la elevada exposición de la lámina a las condiciones ambientales lo que reduce su durabilidad.

Como ya se ha dicho en puntos anteriores el Código Técnico de la Edificación, en el documento *DB HS1 Protección frente a la humedad, apartado 2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes*, recoge los intervalos de las pendientes de las cubiertas planas e inclinadas, en función del tipo de protección y del uso previsto de la cubierta. Allí se definen unos rangos de pendientes adecuados a cada tipo de acabado.

Estos materiales de acabado o cobertura pueden ser discontinuos o continuos. En ambos casos el material debe formar una capa resistente a la intemperie (condiciones ambientales y succión frente al viento) y adecuada al uso previsto y a las exigencias estéticas y normativas. En los acabados discontinuos de tejados, será fundamental cuidar que el solape entre piezas sea el adecuado a la pendiente del elemento que sirve de soporte y al emplazamiento de la cubierta. En este caso, será importante considerar aspectos como el mantenimiento de la superficie, previendo refuerzos en el apoyo de las piezas de acabado y piezas especiales que faciliten estas tareas periódicas. En el caso de los acabados continuos será imprescindible prever las juntas de dilatación necesarias y la forma de colocación más adecuada para garantizar la durabilidad del elemento constructivo y del subsistema constructivo en sí. Las juntas se dispondrán cada 5m en cubiertas no ventiladas y 7.5m en cubiertas ventiladas, coincidiendo con juntas de la cubierta, perímetro exterior e interior de la cubierta, encuentros con elementos pasantes o paramentos verticales, etc. La distancia entre juntas de dilatación contiguas no puede ser superior a 15m. Si la junta de dilatación es estructural, ésta ha de afectar a todas las capas de la cubierta coincidentes con el soporte resistente. (Ver imágenes 1 y 2)

Será fundamental tener en cuenta que las cubiertas han de mantenerse anualmente por lo que, es imprescindible que el acabado esté bien apoyado para evitar roturas de las piezas.

- **Puntos singulares**



La cubierta es uno de los subsistemas constructivos de la envolvente más importantes de la edificación, debido a su exposición a los agentes atmosféricos, la elevada irradiación solar recibida, las emisiones por radiación en longitud de onda larga, etc. En consecuencia, se han de tomar las medidas necesarias en cada caso para garantizar su durabilidad.

La cubierta es un sistema tecnológico que requiere de especial cuidado en los puntos singulares, en los que puede producirse la infiltración de agua: encuentro con hastiales, remate de faldones, chimeneas y conductos de ventilación, petos perimetrales, etc. De entre todos los puntos singulares, conviene destacar el encuentro con el sumidero o canalón por ser éstos los puntos débiles del subsistema, donde, además, de la discontinuidad en la impermeabilización, se produce periódicamente una elevada presencia de agua.

En estos encuentros singulares será imprescindible asegurar el adecuado comportamiento de la impermeabilización, disponiendo bandas de refuerzo o de terminación donde sea necesario, incrementando el número de capas de impermeabilización en dichos puntos singulares, etc.

En el documento *CTE DB-HS1 Protección frente a la humedad* se recogen diversas exigencias y recomendaciones tanto de diseño como de ejecución para garantizar el funcionamiento del subsistema constructivo de cubierta, todas ellas deberán tenerse en cuenta y aplicarse sistemáticamente a cada caso concreto.

#### 4. Procedimiento de ejecución

##### a. Logística de la obra. Criterios básicos

###### ▪ Recepción

En la recepción de materiales y componentes, entre otras tareas, se han de realizar las siguientes:

- Se rechazarán todos los materiales defectuosos, en mal estado de conservación, sin embalaje, etc.
- Así mismo se rechazarán todos aquellos materiales o componentes que no presenten los correspondientes certificados de calidad, declaración de prestaciones, distintivos de calidad, etc. que se habían descrito en proyecto.

###### ▪ Almacenamiento,

- Se dispondrán los espacios de acopio necesarios y adecuados en superficie y con el grado de protección requerido a cada material o componente. De los que se emplean en cubierta se han de custodiar con especial cuidado los encargados de la impermeabilización de la cubierta y sus elementos singulares.
- Será prestará especial atención, en el caso de placas de grandes dimensiones, a las deformaciones dimensionales que puedan llegar a sufrir antes de su colocación.

###### ▪ Condiciones ambientales necesarias en cada operación.



Los trabajos se desarrollarán en una horquilla de temperatura exterior entre los 5°C - 35°C y con velocidades del viento por debajo de los 40 km/h. Dadas las especiales condiciones de altura y exposición de los espacios de cubierta, puede ser conveniente suspenderlos con velocidades del aire menores.

- b. Procedimientos de ejecución. Operaciones
- Como ya hemos visto, atendiendo a la configuración morfológica de la cubierta, estas pueden ser planas o inclinadas. Considerando la funcionalidad prevista de la cubierta determinará si se trata de una cubierta transitable, no transitable o vegetada del tipo que sea. Por otra parte, si atendemos a la compacidad o no del sistema, tendremos una solución no compacta, si se dispone de cámara ventilada entre la capa que limita la infiltración de agua y la que garantiza su protección térmica y, una solución compacta, cuando todos los materiales con funciones específicas se disponen de forma agrupada. A la primera solución, debido a la disposición de la cámara ventilada intermedia, le llamaremos “cubierta fría” mientras que a la segunda la designaremos como “cubierta caliente”.

En ambos casos, el aislamiento térmico puede disponerse en la cara interior, esto es, debajo del impermeabilizante, o en la cara superior, esto es, por encima del impermeabilizante. La primera recibirá el nombre de “cubierta tradicional” y tiene la ventaja de preservar el aislamiento garantizar su durabilidad al estar sometido a menos estrés térmico y seguido (hacia el exterior) de una capa de compresión que permite un reparto de cargas homogéneo, evitando punzonamientos; mientras que la disposición del aislamiento térmico por encima del impermeabilizante deriva en una “cubierta invertida” en la que el aislamiento térmico deberá ser de celda cerrada y, al estar dispuesto sobre el impermeabilizante, evitará estrés térmico en éste y aumentará su durabilidad.

En ambos casos, la actuación tendrá una primera parte de preparación de la obra común a los dos tipos de cubiertas y consistentes en:

- Preparación del soporte, incluidos los cálculos de estabilidad necesarios. Estos trabajos incluirán la limpieza y la adecuada preparación del soporte. Tanto en obra nueva como rehabilitación se han de eliminar y corregir humedades, desprendimientos, falta de nivel o de plomo en los petos perimetrales, etc.
- Protección de lucernarios y superficies delicadas que puedan resultar dañadas por el resto de las operaciones.
- En rehabilitación, además, ejecución de cala para verificar la sucesión de capas existentes en el edificio sobre el que se interviene y la adecuación o no de éstas para la toma de decisiones sobre su posible demolición.
- Como consecuencia del resultado de la prospección indicada en el punto anterior: demolición de las capas necesarias o verificación de la superficie.

A partir de estas actuaciones previas, conviene distinguir entre cubierta fría o caliente para establecer el procedimiento de actuación.

#### CUBIERTA FRÍA

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

1. Soporte resistente
2. Panel lana mineral flexible
3. Tabique palomero
4. Maestra de mortero
5. Tablero cerámico
6. Capa de compresión armada
7. Capa separadora (en caso de sistemas no adheridos)
8. Capa impermeabilizante
9. Rastrel
10. Teja cerámica sobre rastreles
11. Cumbre

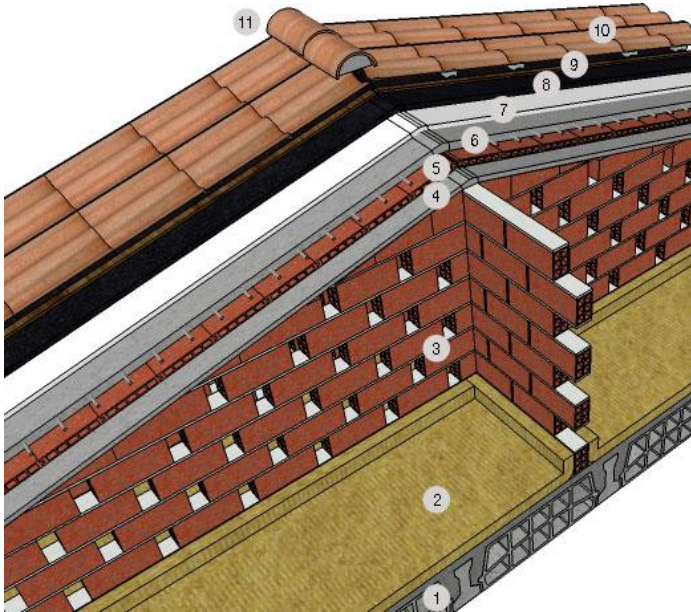


Figura 3. Esquema de cubierta con tabiques palomeros.

- Levantamiento de tabiques palomeros, de mayor o menor altura en función de si se trata de una cubierta plana o de una cubierta inclinada. Esta solución constructiva exige la disposición de un forjado plano suficientemente resistente sobre el que se apoyan los tabiques palomeros que proporcionan la estructura soporte al tablero (Ver Imagen 3 y Figura 3). Como alternativa, en las cubiertas inclinadas se pueden disponer sistemas aligerados con omegas y perfiles plegados de acero, comúnmente, galvanizado (Ver imagen 4). En todos los casos, el espacio bajo cubierta será siempre ventilado, por lo que el aislamiento ha de disponerse en la hoja interior, esto es, en torno al forjado de contacto con el espacio habitado, por encima o debajo de éste, en función del previsible aprovechamiento o no de la inercia térmica del conjunto.



Imagen 3. Cubierta con tabiques palomeros  
Fte: autorizado por autor Javier Pinilla



Imagen 4. Sistema de perfiles aligerados  
Fte: autorizado por autor Javier Pinilla

- Sigüientes pasos:  
En cubiertas planas, el siguiente paso, si es necesario según el cálculo de condensaciones realizado, será la instalación de la barrera de vapor, del aislamiento térmico de lana mineral, de densidad y funcionalidad adecuadas para el caso, y control de los espesores. El aislamiento térmico podrá disponerse sobre el forjado de planta, entre tabiques palomeros, siendo fundamental que el aislamiento envuelva los tabiques para romper el puente térmico generado por éstos (Ver figura 4). Se recomienda instalar dos capas de aislamiento térmico con juntas contrapeadas para evitar puentes térmicos a través de ellas.

En cubiertas inclinadas: esta operación de instalación de barrera de vapor y de aislamiento térmico se realizará después de la ejecución del tablero de cubierta, para evitar aplastamientos innecesarios. En el caso de doble forjado, el aislamiento se dispondrá apoyado sobre la hoja interior.

En el caso de cubiertas planas frías existentes, podría rellenarse la cámara mediante insuflado o inyección, manteniendo la ventilación original de la cubierta. Para este insuflado se pueden utilizar cualquiera de las presentaciones de lana mineral de roca o vidrio sin aglomerar según EN 14064-1. Es importante el mantenimiento de la ventilación de la cubierta al ser este uno de los errores frecuentes en la resolución de este tipo de cubiertas, siendo la ventilación de la misma un elemento esencial para evitar condensaciones (Imagen 5 e Imagen 6).

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

1. Soporte resistente
2. Panel lana mineral flexible
3. Cámara de aire
4. Tablero cerámico
5. Capa de compresión armada
6. Formación de pendientes
7. Capa separadora (en caso de sistemas no adheridos y semi adheridos)
8. Capa impermeabilizante
9. Capa separadora anti-punzonante
10. Mortero de agarre
11. Solado de baldosas cerámicas

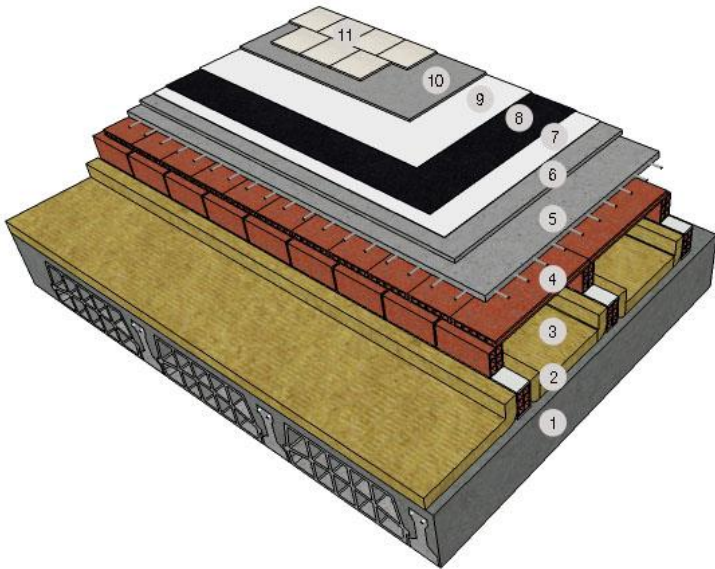


Figura 4. Esquema de cubierta convencional ventilada (fría)

En este caso, una intervención por la cara superior implicaría su conversión en un sistema de cubierta caliente puesto que habría que cerrar la ventilación de la cámara, siendo imprescindible el análisis de condensaciones que pudieran generarse, además, de tener en cuenta el peso adicional del aislamiento (XPS, en este caso) y su acabado final.



Imagen 5. Cubierta convencional ventilada  
Fte: autorizado por autor Javier Pinilla



Imagen 6. Cubierta convencional ventilada  
Fte: autorizado por autor Javier Pinilla

Si no fuera posible la disposición del aislamiento por el exterior, esto es, sobre el forjado, a pesar de las ventajas en cuanto al comportamiento térmico de la envolvente (puesto que se preserva la inercia térmica del sistema constructivo del forjado y se minimiza el riesgo de condensaciones), se puede disponer el aislamiento por el interior, esto es, por la cara inferior del forjado, es decir, en el falso techo. (Ver figura 5). En este caso, será obligatorio la realización de un estudio de condensaciones pertinente y garantizar que el aislamiento vuelve hacia los muros perimetrales.

- Ejecución de tablero superior: tanto en cubiertas planas como inclinadas, la ejecución de este tablero permitirá resolver el espacio bajo cubierta no habitable, que sirve de espacio colchón para amortiguar los saltos de temperatura entre el exterior e interior del edificio.
- Replanteo de cuarteles, en el caso de cubiertas planas.
- Ejecución del hormigón de pendiente: en el caso de las cubiertas planas, comúnmente es más sencillo que el tablero superior sea plano y que se asiente sobre él el hormigón de pendiente para la formación de los cuarteles. En el caso de la cubierta inclinada, esta capa puede obviarse. Este tipo de "hormigón" se ejecuta comúnmente con árido de arcilla expandida puesto que aporta aislamiento térmico adicional sin penalizar el peso del elemento sobre la estructura. Será fundamental, en este caso, el control de la ejecución de la mezcla para evitar la segregación del árido.
- Aplicación de mortero fratasado: como el hormigón de pendiente tiene, comúnmente, un acabado rugoso, éste pone en riesgo el punzonamiento de la lámina impermeabilizante a colocar sobre él, por lo

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

1. Falso techo de yeso laminado
2. Barrera de vapor
3. Panel de lana mineral
4. Soporte resistente
5. Tabique palomero
6. Tablero cerámico
7. Mortero cada aproximadamente 5 filas e hiladas y puntos singulares
8. Tejas cerámicas

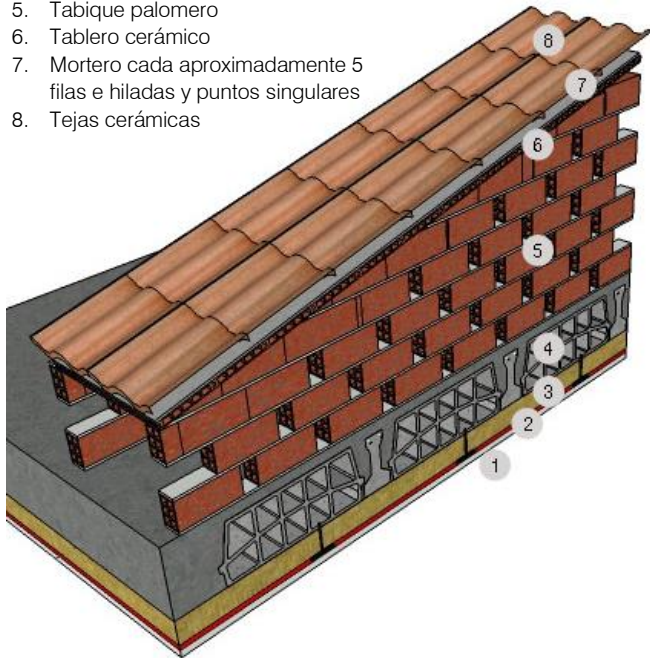


Figura 5. Esquema de cubierta con aislamiento por cara inferior del forjado

que, se opta por la aplicación de un mortero fratasado sobre el hormigón de pendiente para dejar la superficie lo más plana posible.

- Instalación de capa separadora: sólo en cubiertas no adheridas o semiadheridas.
- Instalación de capas de impermeabilización: debiendo decidir entre sistema adherido, no adherido o semiadherido. En los dos últimos puede interponerse una capa de geotextil que protege adicionalmente a la lámina de impermeabilización.
- Resolución de puntos singulares: encuentro con paramentos verticales, bordes laterales, salientes, encuentro con canalones y cazoletas, etc. garantizando la adecuada impermeabilización y controlando que la altura del impermeabilizante sea, mínimo, 20cm sobre la cota terminada.
- Instalación de capa separadora: sobre el impermeabilizante suele disponerse una capa separadora o geotextil que tiene la función de evitar el punzonamiento de la lámina impermeabilizante pero también de evitar incompatibilidades químicas entre ésta y las capas a disponer sobre ella.
- Instalación del acabado: que consistirá, en el caso de cubiertas inclinadas, de distintos tipos de materiales (tejas, zinc, fibrocemento, sintéticos, galvanizados o aleaciones ligeras) cada uno de los cuales exigirá una pendiente mínima de cubierta. En el caso de las cubiertas planas, dependerá del acabado final, pudiendo ser transitable con pavimento discontinuo para el que se aplicará el mortero de agarre y la disposición de las baldosas, o de los plots (sobre la capa separadora) sobre el que se disponen las piezas discontinuas, si se trata de pavimento flotante. En el caso de cubiertas vegetales, sobre el geotextil se instalará la capa drenante, la filtrante y la protección de tierra vegetal. En el caso de cubiertas aljibe, éste se dispondrá directamente sobre el impermeabilizante.
- Colocación del aislamiento térmico entre tabiques palomeros. En el caso de cubiertas inclinadas, la instalación del aislamiento térmico es de los últimos trabajos a realizar. El tipo de aislamiento que se puede utilizar es muy variado siendo muy habitual el uso de lanas minerales, dispuestas en forma de manta o insufladas. En ambos casos conviene emplear un mayor espesor del exigido por la normativa, para evitar fenómenos de fluencia con el paso del tiempo. Asimismo, habrá que doblar estos aislamientos sobre los tabiques palomeros y del encuentro con los paramentos verticales perimetrales, unos 15 cm, para minimizar el puente térmico. En el caso de los aislamientos insuflados será esencial controlar el espesor y uniformidad del aislamiento. Asimismo, dado que estos espacios suelen emplearse de paso para el mantenimiento de la cubierta, será fundamental prever un espacio de tránsito con la colocación de un aislamiento de mayor densidad y protegido con una capa de compresión y un pavimento adecuado para preservar la durabilidad del material aislante.
- Repaso y limpieza final.

#### CUBIERTA CALIENTE

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

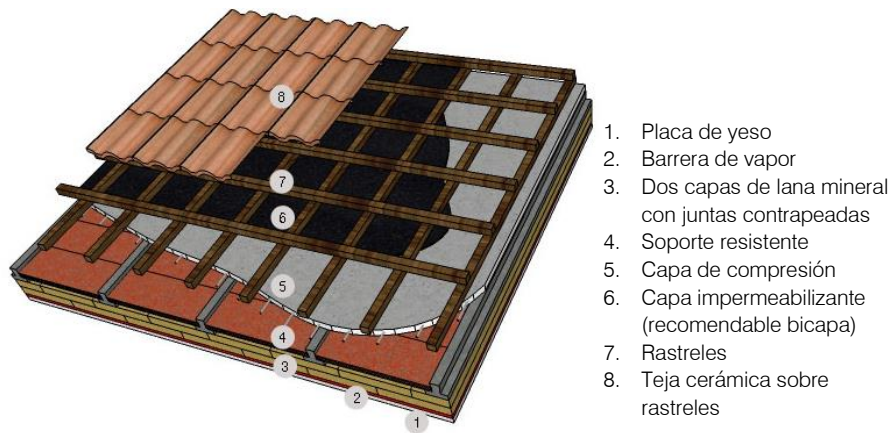


Figura 6. Esquema de cubierta sobre rastreles. Aislamiento por debajo de forjado

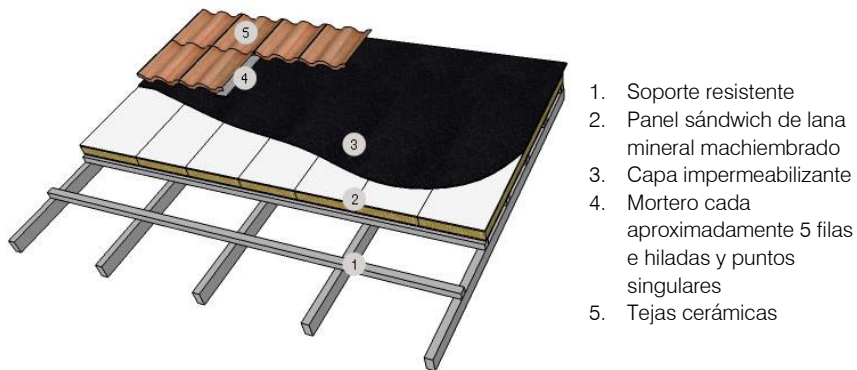


Figura 7. Esquema de cubierta con paneles sándwich. Aislamiento por encima de forjado

A diferencia del caso anterior, la cubierta caliente aborda la resolución constructiva del subsistema de forma monolítica. Una vez revisado y preparado el soporte (forjado inclinado o plano, según se trate de cubierta inclinada o plana), así como protegidos elementos singulares como lucernarios o superficies delicadas, el procedimiento de ejecución consistirá en:

- Instalación de barrera de vapor. En el caso de cubiertas calientes, en función de la posición del aislamiento y de la sucesión de capas que conformen el cerramiento, puede ser imprescindible la disposición de una barrera de vapor para el control de las condensaciones. Ésta se colocaría lo más cerca posible de la cara caliente del sistema.
- Instalación del aislamiento térmico, por encima o por debajo del forjado (cubierta tradicional). En el caso de colocarlo sobre el forjado, la ventaja que aporta es el uso de la inercia térmica del soporte de la cubierta (el forjado). En este caso, el aislamiento térmico de lana mineral ha de disponerse confinada entre dos tableros o soportes que aporten rigidez y resistencia al conjunto, no siendo recomendable disponer sólo el aislamiento entre rastreles, sin soporte superior, para facilitar el mantenimiento de la cubierta. En efecto, una vez colocado el aislamiento térmico, será necesaria la disposición de una capa resistente o de compresión que garantice el apoyo continuo de la impermeabilización. Como posibles soluciones se encuentra el uso de paneles sándwich (en los que el aislamiento térmico está confinado entre dos capas, una de acabado interior y otra de acabado exterior (Ver figura 7). El aislamiento de lana mineral, por su carácter permeable, debe instalarse en cubiertas tradicionales, esto es, aquéllas en las que la lana mineral se dispone por debajo del impermeabilizante

En el segundo caso, esto es, si se dispone el aislamiento en la cara inferior del forjado, ésta podría instalarse en el falso techo lo que implica la pérdida de la inercia térmica del subsistema constructivo. En este caso, habrá que seleccionar un aislamiento de lana mineral adecuado a la posición a adoptar y a su puesta en obra. En ambos casos, esto es, con la instalación del aislamiento en la cara superior o inferior del forjado, será imprescindible el estudio de condensaciones y, en su caso, la disposición de una barrera de vapor que ha de estar colocada, siempre, en la cara más caliente del aislamiento térmico.

Preferiblemente, en lugar de una única capa, se instalarán dos capas de aislamiento térmico de espesor total igual al necesario para el cumplimiento normativo, con juntas contrapeadas, para evitar puentes térmicos a través de ellas. (Ver figura 6).

- Ejecución de capa de compresión, de 50mm armada para soportar esfuerzos a flexión que pudieran aparecer al tiempo que se garantiza un reparto de cargas homogéneo en el aislamiento, se evita su aplastamiento y la pérdida de prestaciones asociadas.
- Replanteo de cuarteles, en el caso de cubiertas planas.
- Hormigón de pendiente, que, en el caso de cubiertas planas consistirá en un hormigón aligerado con árido de arcilla expandida que mejorará el aislamiento térmico de la cubierta al tiempo que se evitan mayores cargas sobre el forjado.

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

1. Soporte resistente
2. Panel de lana minera
3. Capa de compresión
4. Hormigón de pendientes
5. Mortero de regularización (opcional)
6. Capa geotextil
7. Capa de impermeabilización
8. Capa de impermeabilización autoprottegida
9. Vierteaguas

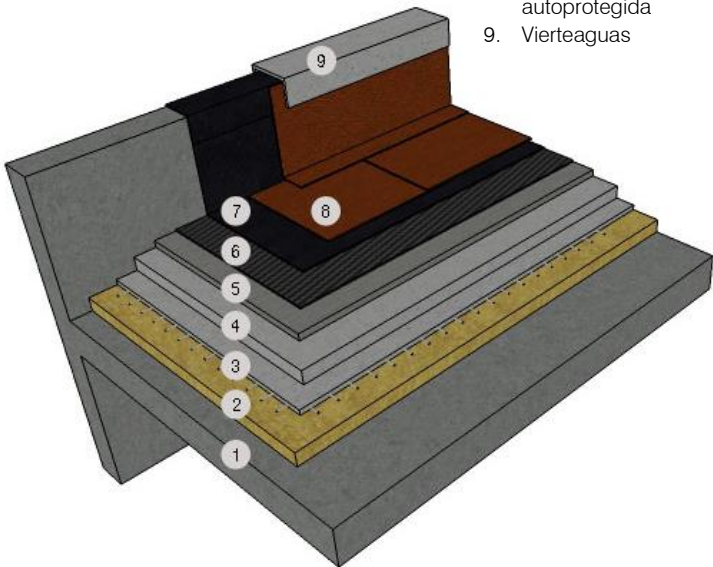


Figura 8. Esquema de cubierta tradicional con acabado en lámina autoprottegida

- Nivelado con mortero fratasado, en el caso de aplicación del hormigón de pendiente para garantizar una superficie lisa que evite punzonamientos sobre la lámina de impermeabilización.
- Capa separadora o geotextil, en el caso de impermeabilización no adherida o semiadherida.
- Capa de impermeabilización. En el caso de láminas autoprottegidas, ésta será la última capa. Esta solución suele suponer una elevada sobrecarga térmica y reduce su durabilidad. (Ver Figura 8).
- Resolución de puntos singulares: encuentro con paramentos verticales, bordes laterales, salientes, encuentro con canalones y cazoletas, etc. garantizando la adecuada impermeabilización y controlando que la altura del impermeabilizante sea, mínimo, 20cm sobre la cota terminada.
- Capa separadora o geotextil, que se utilizará con doble función evitar el punzonamiento de la lámina impermeabilizante y las incompatibilidades químicas que pudieran existir entre componentes.
- Instalación del acabado: que consistirá, en el caso de cubiertas inclinadas, en distintos tipos de materiales (tejas, zinc, fibrocemento, sintéticos, galvanizados o aleaciones ligeras) cada uno de los cuales exigirá una pendiente mínima de cubierta.

En el caso de las cubiertas planas, dependerá del acabado final, pudiendo ser:

- o transitable con pavimento discontinuo para el que se aplicará el mortero de agarre y la disposición de las baldosas. En este caso se recomienda la colocación previamente de una capa de mortero armado sobre un geotextil.
- o o de plots (sobre la capa separadora y placa de reparto para evitar el punzonamiento) sobre el que se disponen las piezas discontinuas, si se trata de pavimento flotante.

En el caso de cubiertas vegetales, sobre el geotextil se instalará la capa drenante, la filtrante y la protección de tierra vegetal.

En el caso de cubiertas aljibe, éste se dispondrá directamente sobre el impermeabilizante.

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

1. Soporte resistente
2. Formación de pendientes
3. Panel de lana mineral
4. Capa de compresión armada
5. Capa separadora
6. Capa impermeabilizante
7. Capa separadora
8. Capa filtrante (en función de si es cubierta intensiva o extensiva)
9. Geotextil antirraíces
10. Acabado vegetal intensivo o extensivo

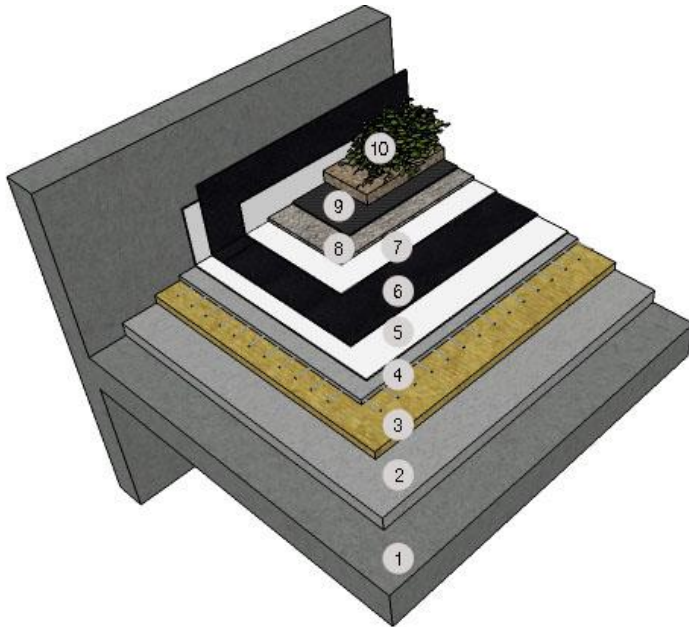


Figura 9. Esquema de cubierta vegetal



Imagen 7. Maqueta de cubierta vegetal. (En la maqueta no se muestra la capa de compresión armada)

Fte: autora Mar Barbero

- El último paso del proceso de ejecución de la cubierta consistirá en el repaso general de los trabajos realizados y la limpieza final.
- c. Control de calidad y seguimiento
- Ensayos: termografía para detectar las posibles discontinuidades del aislamiento térmico, previo a la disposición de la capa de compresión para la detección de puentes térmicos. La termografía se realizará desde el interior, aprovechando las horas de máxima insolación en el exterior para que la cubierta esté más caliente que el espacio interior.
  - Prueba de estanquidad en cubierta plana: en todas las cubiertas planas del proyecto se realizará una prueba de carga de agua por inundación para comprobar la estanquidad de la impermeabilización ejecutada. Para esta prueba se deben seguir las siguientes recomendaciones:
    - o La prueba la ha de realizar un laboratorio o empresa de control autorizado.
    - o Se puede realizar por partes (cuarteles) pero en todo caso se realizará también para la cubierta completa.

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

- o Se procederá al sellado de todos los puntos de evacuación dispuestos en la cubierta para garantizar que se mantiene el nivel de agua de la prueba.
- o Se procederá al “llenado” de la cubierta, siempre por debajo (5 cm) de la línea de entrega de la hoja impermeable en los paños verticales, y, en todo caso, asegurándonos de que no se supera la sobrecarga estructural prevista de la misma. Se ha de asegurar un mínimo de 2 cm de calado en cualquier punto de la cubierta.
- o Se ha de mantener la carga de agua durante un periodo mínimo de 8 horas y recomendable de 24-48 horas, asegurándonos de que no se han producido fugas.
- o Se exigirá certificado final y resultados de la prueba efectuada.
- Prueba de estanquidad para cubiertas inclinadas del proyecto o planas no inundables. En aquellos planos de cubierta plana que no se pueda practicar la prueba por inundación y en el resto de los planos inclinados de las cubiertas del proyecto se efectuará una prueba por riego. En esta prueba se procederá de la siguiente forma:
  - o La prueba la ha de realizar un laboratorio o empresa de control autorizado.
  - o Se dispondrá un sistema de riego que simule el comportamiento natural de la lluvia, rociando de manera uniforme todos los planos que se someten a la prueba.
  - o La duración de la prueba no será inferior a 8 horas. Durante este periodo se mantendrá, de manera continua, el sistema de riego en funcionamiento.
  - o Se consideran inspeccionados exclusivamente los planos que han recibido el riego directo del sistema.
  - o El caudal mínimo de riego será de 20l/m<sup>2</sup>·hora
  - o Se exigirá certificado final y resultados de la prueba efectuada.
- Comprobaciones periódicas en obra. Visitas de obra

#### d. Unidades y criterios de medición

Los trabajos de cubierta se miden, habitualmente, por superficie, aunque algunos elementos como zócalos o juntas de dilatación pueden medirse en metros lineales. Se descontarán los huecos o conjuntos de salientes cuya superficie sea superior a 1m<sup>2</sup>, en donde sus grandes dimensiones implican que la resolución de los puntos conflictivos tiene menor repercusión.

#### e. Gestión de residuos y criterios medioambientales

Las obras deberán cumplir con las exigencias recogidas en la Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una economía circular de tal forma que los residuos deben clasificarse, en obra, en distintas fracciones: madera, minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso. Separando los elementos susceptibles de ser reutilizados en la misma obra.

En cuanto a los materiales a incorporar, se priorizará el uso de materiales con etiquetado siendo preferente el etiquetado tipo III evaluado con una metodología de análisis de ciclo de vida, específico para el producto o el sistema a implementar. Además, atendiendo al cumplimiento del principio *DNSH* “*Do not significant harm*” recogido en el *Reglamento (UE) 2021/241 del 12 de febrero de 2021* y traspuesto en el *Real Decreto 1118/2021 del 21 de diciembre*, con la adopción de medidas para la prevención y el control de la contaminación, “*los componentes o materiales de construcción utilizados en la construcción no contendrán amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas sobre la base de la lista de sustancias sujetas a*

4  
EJECUCIÓN  
CUBIERTAS

autorización que figura en el anexo XIV del Reglamento (CE) 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo”, además, deben participar en la mitigación y adaptación al cambio climático y, en la transición hacia una economía circular en la que al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos se prepare para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante lo que se conoce como el libro digital de los materiales.

Recomendaciones:

- Debe minimizarse la generación de residuos, incorporando de nuevo en obra aquellos materiales que sea posible.
- Debe minimizarse el uso de plásticos en el suministro de los materiales de construcción o de materiales que no puedan ser reutilizables.
- Los componentes del sistema de cubierta deberán tener en cuenta la coordinación dimensional y modular para minimizar los despuntes y restos de los diferentes materiales.

f. Programa y criterios de mantenimiento y uso

De manera general se aconseja la verificación cada seis meses del funcionamiento de los puntos de recogida de agua y eliminar posibles acumulaciones de hojas y otros elementos en canalones y cazoletas. Anualmente, debe verificarse la disposición de tejas o de elementos discontinuos que puedan haberse desplazado por la acción del viento o por los movimientos térmicos a los que está sometida la cubierta.

Especial consideración ha de tenerse en cuenta con la instalación de dispositivos que modifiquen la forma de funcionamiento original de la cubierta y puedan generar daños sobre la impermeabilización.

Por otra parte, en el CTE DB-HS1 Protección frente a la humedad, apartado 6 Mantenimiento y conservación, Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento, se describe de manera detallada el programa de mantenimiento exigible a las cubiertas de los edificios. Dicho programa es el siguiente:

OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	PERIODICIDAD
Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año <sup>(1)</sup>
Recolocación de la grava	1 año
Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

(1) Además debe realizarse cada vez que haya habido tormentas importantes.

g. Unidades, criterios de medición y partidas de obra

## 4 EJECUCIÓN

### CUBIERTAS

#### Superficie continua

- Debe medirse por superficie en metros cuadrados reales de obra, en el caso de elementos lineales como canaletas, canalones, zócalos, cumbreras, limatesas, lima hoyas o juntas de dilatación, se medirán por metro lineal.
- En los ángulos o curvas se debe medir por la cara de mayor longitud.
- Debe incluirse el solape de encuentro con los paramentos verticales, no así el solape entre empalmes, éstos no se contabilizan al estar considerados en la descomposición de precios por unidad de obra.

#### Superficies continuas con interrupciones

Igual que el punto anterior, pero, además:

- Los salientes de cubierta: chimeneas de ventilación, extracción, etc. no se deducen si son aislados y su superficie es menor de 1m<sup>2</sup>.
- Los huecos, mayores a 1 m<sup>2</sup> se descontarán:

Huecos: los huecos (claraboyas, ventanas, etc.) se medirán con dimensiones de luz.

## 5. Cuadro resumen

## CRITERIOS DE DISEÑO Y PROYECTO

**Aspectos formales y estéticos**

Se cumplirán las determinaciones urbanísticas y ordenanzas que sean exigibles. La solución propuesta se definirá por escrito y gráficamente de manera completa con especial atención a los puntos singulares del sistema.

**Normativa de aplicación**

- Exigencias de resistencia estructural  
CTE DB SE Seguridad Estructural
- Eficiencia energética  
DB HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética  
 $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K],  $K_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K], etc.
- Salubridad  
DB HE Sección HS 1 Protección frente a la humedad. Cubiertas.  
Zona pluviométrica, grado impermeabilidad, evacuación de aguas, etc.
- Acústica  
CTE DB-HR Protección frente al ruido.  
Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{2m,nT,Air}$ , dBA.
- Incendios  
DB HE SI 1 Propagación interior.  
Condiciones particulares en función de uso y actividad.  
DB HE SI 2 Propagación exterior.  
Clase de reacción al fuego de cubiertas accesibles: B-s3,d0.  
Resistencia al fuego: REI 60 (franja 0,50 m) y/o otras condiciones geométricas.
- Seguridad de utilización y accesibilidad  
CTE-SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas.  
Resbaladilidad clase 2 (pendiente < 6%) o clase 3 para las de mayor pendiente.  
CTE-SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.  
CTE-SUA 8 Protección frente al riesgo causado por la acción del rayo.

**Condiciones exigibles a los componentes**

Se recomienda emplear un "sistema" completo homologado por el fabricante como garantía de la compatibilidad y rendimiento de sus componentes.

**Gestión de residuos, criterios medioambientales, DNSH**

- Ley 7/2022 de Residuos y Suelos Contaminados para una economía circular.
- Etiquetado tipo III evaluado con una metodología de análisis de ciclo de vida.
- DNSH R.D. 1118/2021 del 21 de diciembre, medidas para la prevención y el control de la contaminación.
- No contendrán amianto ni sustancias muy preocupantes identificadas.
- Mitigación y adaptación al cambio climático y, en la transición hacia una economía circular.
- Al menos 70% de los residuos no peligrosos: se prepare para reutilización, reciclaje y recuperación. Libro digital de los materiales.

**Documentación de proyecto**

- Entre otros:
- Estudio energético y certificado de la eficiencia energética del edificio.
  - Libro del edificio o libro del edificio existente en rehabilitación.
  - Referencias de los materiales y componentes: catálogos, marcados CE o ETE, DIT o DAU, etc.
  - Manuales de mantenimiento.

## PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

**Logística de la obra**

Recepción y almacenamiento de los materiales de forma controlada y no expuesto a las inclemencias y posibles daños mecánicos. Comprobación y exigencia estricta de las prescripciones de proyecto.

**Condiciones ambientales de ejecución**

De manera general:

- Temperaturas entre 5°C-35°C.
- Viento < 40 km/h.

**Procedimientos de ejecución. Operaciones**

Para todos los casos. Preparación del soporte:

- limpieza y preparación del soporte.
- Protección de lucernarios y superficies delicadas.
- En rehabilitación demolición de las capas necesarias.

**Cubierta fría**

Pasos a seguir a continuación

- En cubiertas inclinadas levantamiento de tabiques palomeros o estructura ligera de perfiles de chapa plegada.
- En cubiertas planas, instalación de la barrera de vapor, si es necesario, y del aislamiento térmico de lana mineral. En cubiertas inclinadas después de la ejecución del tablero.
- Ejecución del tablero.
- En cubiertas planas, replanteo de cuarteles.
- Ejecución del hormigón de pendiente.
- Aplicación de mortero fratasado para tener una superficie plana y lisa.
- Capa separadora en cubiertas no adheridas o semiadheridas.
- Instalación de capas de impermeabilización. En no adheridas o semiadheridas puede interponerse una capa de geotextil.
- Resolución puntos singulares: bordes, salientes, canalones, cazoletas, etc.
- Instalación de capa separadora. Geotextil para evitar punzonamiento.
- Instalación del acabado. Inclinadas: tejas, zinc, fibrocemento, sintéticos, etc. Planas: mortero de agarre más pavimento. Cubiertas vegetadas: sobre el geotextil la capa drenante, la filtrante y la protección de tierra vegetal. En cubiertas aljibe, se dispondrá directamente sobre el impermeabilizante.
- Colocación del aislamiento térmico. Dependiendo del tipo de cubierta lanas en forma de manta, paneles, insulado, etc. Dispuesto sobre el forjado hacia el espacio interior.
- Repaso y limpieza final.

**Cubierta caliente**

Pasos a seguir tras la preparación del soporte

- Si es necesario, instalación de barrera de vapor (cara caliente del sistema).
- Instalación del aislamiento térmico, por encima o por debajo del forjado (cubierta tradicional).
- Ejecución de capa de compresión, de 50mm y ligeramente armada.

- Replanteo de cuarteles, en el caso de cubiertas planas.
- Hormigón de pendiente, aligerado en cubiertas planas.
- Nivelado con mortero fratasado.
- Capa separadora en cubiertas no adheridas o semiadheridas.
- Instalación de capas de impermeabilización. En el caso de láminas autoprotegidas, ésta será la última capa.
- Resolución puntos singulares: bordes, canalones, cazoletas, etc.
- Instalación capa separadora. Geotextil para evitar punzonamiento.
- Instalación del acabado. Inclinadas: tejas, zinc, fibrocemento, sintéticos, etc. Planas: mortero de agarre más pavimento. Cubiertas vegetadas: sobre el geotextil la capa drenante, la filtrante y la protección de tierra vegetal. En cubiertas aljibe, se dispondrá directamente sobre el impermeabilizante.
- Repaso y limpieza final.

**Control de calidad y seguimiento**

- Ensayos: termografía.
- Prueba de estanquidad en cubierta plana por laboratorio autorizado.
- Prueba de estanquidad para cubiertas inclinadas o planas no inundables.
- Comprobaciones periódicas en obra. Visitas de obra.

**Unidades y criterios de medición**

Los trabajos de cubierta se miden, habitualmente, por superficie, aunque algunos elementos como zócalos o juntas de dilatación pueden medirse linealmente en metros. Se descontarán los huecos o conjuntos de salientes cuya superficie sea superior a 1m<sup>2</sup>, en donde sus grandes dimensiones implican que la resolución de los puntos conflictivos tiene menor repercusión.

**Gestión residuos, criterios medioambientales, principio DNSH**

- Los residuos deben clasificarse por fracciones: madera, minerales, metales, vidrio, plástico y yeso.
- Identificación y separación de los que pueden ser reutilizados en la obra.
- Al menos el 70% del peso de los residuos no peligrosos generados preparado para la reutilización, reciclaje y recuperación mediante el libro digital de los materiales

**Dirección y coordinación:**

Manuel Rodríguez Pérez

Doctor arquitecto. Profesor asociado del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

ISBN: 978-84-09-68505-9.

**Autores:**

Manuel Rodríguez Pérez

Doctor arquitecto. Profesor asociado del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

María del Mar Barbero Barrera

Doctora Arquitecta. Profesora titular del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Alexander Díaz Chyla

Doctor arquitecto. Profesor asociado del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Violeta Rodríguez González

Arquitecta. Doctoranda del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (UPM)

Madrid. Diciembre de 2024