

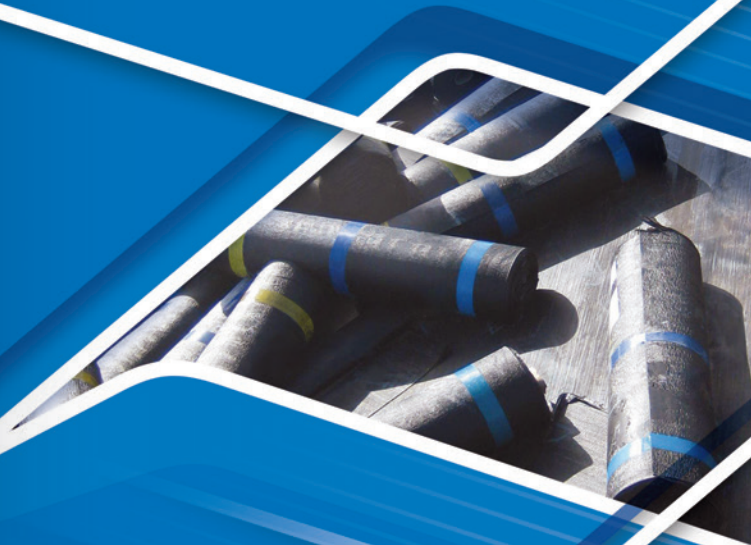
COLECCIÓN

BTN

4

BIBLIOTECA DE TÉCNICOS NOVELES
SOBRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

**CUBIERTA PLANA INVERTIDA
NO TRANSITABLE CON
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
DE BETÚN MODIFICADO Y
AISLAMIENTO TÉRMICO DE XPS**



serie CUBIERTAS

FUNDACIÓN
musaat



**CUBIERTA PLANA INVERTIDA
NO TRANSITABLE CON
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
DE BETÓN MODIFICADO Y
AISLAMIENTO TÉRMICO DE XPS**

Manuel Jesús Carretero Ayuso
Emilio Corzo Gómez

COLECCIÓN
BTN

BIBLIOTECA DE TÉCNICOS NOVELES
SOBRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

serie **CUBIERTAS**

2.ª edición: mayo 2026.

1.ª edición: diciembre 2021.

© de texto, fotografías y detalles constructivos

Autores:

Manuel Jesús Carretero Ayuso

Emilio Corzo Gómez

Dibujos:

Francisco Viñao D'Lom

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

Coordinador de la publicación: Manuel Jesús Carretero Ayuso.

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

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

DEPÓSITO LEGAL: M-36131-2021

ISBN: 978-84-09-36848-8

IMPRESO EN ESPAÑA – UNIÓN EUROPEA

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

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN..... 5

2 CONFIGURACIÓN 7

3 MATERIALES Y RECEPCIÓN 9

3.1 Ladrillos.....	9
3.2 Mortero convencional y mortero aligerado.....	10
3.3 Lámina impermeabilizante.....	11
3.4 Paneles de aislamiento.....	12
3.5 Geotextiles.....	13
3.6 Grava.....	13
3.7 Sustrato vegetal.....	14
3.8 Plantas y vegetación.....	15
3.9 Materiales auxiliares.....	15
3.9.1 Imprimaciones.....	15
3.9.2 Cazoletas.....	15
3.9.3 Rebosaderos.....	17
3.9.4 Láminas con funciones especiales.....	17
3.9.5 Piezas de contención lateral.....	18

4 PROCESO CONSTRUCTIVO 19

4.1 Soporte resistente.....	19
4.2 Formación de pendientes.....	20
4.3 Tendido de regularización.....	23

4.4	Membrana impermeabilizante	25
4.4.1	Sistemas de colocación de la impermeabilización	25
4.4.2	Uniones y solapes	28
4.4.3	Encuentro con los puntos de evacuación	29
4.4.4	Encuentro con los paramentos verticales	30
4.4.5	Encuentro con las puertas de acceso a la cubierta	33
4.4.6	Juntas de dilatación	34
4.4.7	Prueba final de estanqueidad	37
4.5	Primera capa separadora	38
4.6	Material aislante	39
4.7	Segunda capa separadora	41
4.8	Subcapas especiales	43
4.9	Acabado pétreo granular	45
4.10	Sustrato y vegetación	47

5 DETALLES CONSTRUCTIVOS49

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

AUTORES59

1 INTRODUCCIÓN

Esta es la cuarta monografía de la Colección BTN (Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos); un programa de actuación de la Fundación MUSAAT de varios años de duración, que tiene el objetivo de publicar uno de estos volúmenes cada año como forma de contribución y acercamiento al mundo universitario (estudiantes de últimos cursos) y al incipiente mundo profesional (recién egresados y técnicos poco versados en la realización de unidades constructivas).

Esta publicación es la segunda de la serie dedicada a cubiertas, ya que en 2019 se sacó a la luz la monografía *‘cubierta inclinada de teja cerámica sobre tabiquillos aligerados y aislamiento de lana de vidrio’*. En este caso, el texto que tiene en sus manos desarrolla y explica cómo llevar a cabo una *‘cubierta plana invertida no transitable con membrana impermeabilizante de betún modificado y aislamiento térmico de poliestireno extruido’*.

La tipología de cubierta plana antes citada es sin duda una de las más habituales en España, razón por la cual se ha escogido para secuenciarla didácticamente y para que se comprenda la cantidad de aspectos que hay que tener en cuenta. Dada la variabilidad de soluciones disponibles, se han incluido las capas básicas, si bien es posible modificar el número y características de éstas según las necesidades y prestaciones a conseguir.

La capa final o de acabado más extensamente utilizada en las cubiertas no transitables es la grava (normalmente, cantos rodados de río). No obstante, cada vez se edifican más las cubiertas ajardinadas (también llamadas verdes o vegetales) dadas sus grandes ventajas, si bien su mantenimiento es más intenso.

Toda esta información que se incluye (ya sea gráfica o en forma de texto), esperamos que pueda ser de utilidad para los diferentes intervinientes en el proceso constructivo.

Los autores

Manuel Jesús Carretero Ayuso

Badajoz, diciembre de 2021

Emilio Corzo Gómez

2 CONFIGURACIÓN

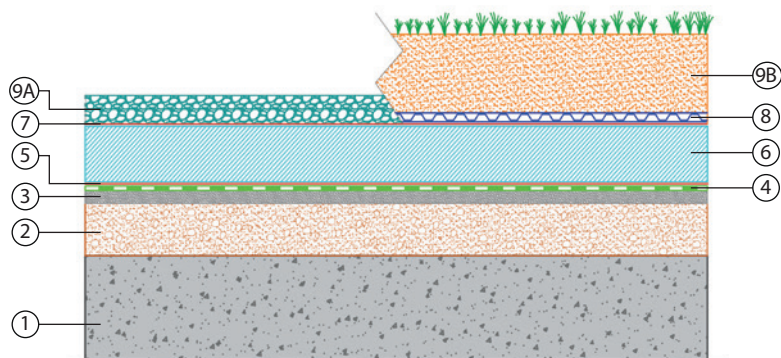
Esta publicación se organiza en dos apartados principales: 'Materiales y recepción' y 'Proceso constructivo'

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

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

Los procedimientos se han dividido por cada una de las capas que constituyen una cubierta plana no transitable normal, que de abajo a arriba serían: soporte resistente, formación de pendientes, tendido de regularización, membrana impermeabilizante, primera capa separadora, material aislante, segunda capa separadora, subcapas especiales y capa final (acabado pétreo granular o, en su caso, sustrato y vegetación).

Las características del tipo de cubierta plana que se secuencia quedan expresadas en el **Esquema 0** inferior (los números corresponden a cada una de las capas que se desarrollan en la siguiente página).



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

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

1	Soporte resistente	(1ª Capa)	
<i>Elemento estructural sobre el que asientan y cargan el resto de capas intervinientes de esta solución constructiva. En este caso, el soporte será un forjado de hormigón armado dispuesto en horizontal.</i>			
2	Formación de pendientes	(2ª Capa)	
<i>Está constituida por una base cementosa y otros componentes adicionales, que se vierten sobre el soporte con un espesor diferente, configurando paños de evacuación.</i>			
3	Tendido de regularización	(3ª Capa)	
<i>Tongada de mortero de cemento y arena, extendida sobre la formación de pendientes para dar uniformidad y mayores prestaciones a la base de apoyo de la membrana.</i>			
4	Membrana impermeabilizante	(4ª Capa)	
<i>Impermeabilización bituminosa compuesta por una o dos láminas prefabricadas.</i>			
5	Primera capa separadora	(5ª Capa)	
<i>Material de independización entre la membrana y el resto de productos a colocar. Habitualmente se usa como tal un geotextil.</i>			
6	Material aislante	(6ª Capa)	
<i>Capa horizontal formada de paneles rígidos machihembrados aislantes constituidos por XPS (poliestireno extruido).</i>			
7	Segunda capa separadora	(7ª Capa)	
<i>Producto que puede ser de las mismas o parecidas características que la primera capa separadora. Tiene los cometidos básicos de protección y separación.</i>			
8	Subcapas especiales	(8ª Capa)	
<i>Esta capa está formada por un conjunto de varios elementos o subcapas específicas que tienen las funciones básicas de filtración, drenaje y retención. Según la variante de cubierta de la que se trate, pueden no ser necesarias o ser imprescindibles.</i>			
9A	Acabado pétreo granular	(9ª Capa)	
<i>Está compuesta por una capa de grava limpia de río. Sirve como lastre y en función de las acciones exteriores pueden ser necesarios espesores diferentes. Es la capa final más habitual de las cubiertas no transitables.</i>			
9B	Sustrato y vegetación	(9ª Capa)	
<i>Está formada por dos niveles: el sustrato o tierra vegetal, y las plantas propiamente dichas. Solo se utilizan cuando la cubierta sea de tipo ajardinada.</i>			

Para esta publicación, una cubierta plana no transitable es aquella que su capa de protección (acabado final) está conformada por una solución técnica o material que no está específicamente concebido para permitir el normal tránsito de las personas. En base a este concepto, una cubierta plana acabada con un solado, se considera siempre como transitable, aun cuando existan situaciones en las que alguna de ellas no sea accesible o no se haga un uso y disfrute de la misma.

3 MATERIALES Y RECEPCIÓN

En el **-Dibujo 1-** inferior se indican los materiales más comúnmente utilizados para la ejecución de una cubierta plana invertida no transitable con impermeabilización bituminosa.



-Dibujo 1- Materiales para la realización de una cubierta plana invertida no transitable bituminosa.

3.1 Ladrillos

- Los ladrillos que lleguen a obra deberán contar, al menos, con la información del suministrador sobre la categoría de fabricación y la declaración del marcado CE.
- El acopio se ha de realizar en superficies limpias y planas, evitando el contacto con sustancias que sean perjudiciales a las piezas cerámicas.
- No deberán aceptarse los ladrillos que presenten nódulos de cal viva (caliches), fisuras, deformaciones o alabeos excesivos.

- Las piezas cerámicas han de humedecerse antes de su colocación, pero de tal manera que el agua incorporada a éstas no altere la consistencia del mortero ni succionen el agua de amasado al ponerse en contacto entre ellos. En el caso de ejecución de los pretiles con ladrillos hidrofugados o de aquellos cuya succión sea muy pequeña, no será necesario humedecerlos.
- En el levante y realización de los pretiles se podrán usar ladrillos macizos, ladrillos perforados y ladrillos huecos. Para realizar las maestras de la formación de pendientes lo habitual es utilizar ladrillos huecos (en concreto, huecos dobles) **-Detalles Constructivos 2 y 3-**.

3.2 Mortero convencional y mortero aligerado

- El mortero es una mezcla de conglomerante (cemento y/o cal), áridos y agua y, en su caso, adiciones y/o aditivos. Según el proceso de fabricación los morteros se pueden clasificar en:
 - Morteros de obra: sus componentes se dosifican y amasan en obra.
 - Morteros secos: los componentes secos (conglomerante y arena) del mortero son dosificados y mezclados en factoría, pero amasados en obra.
 - Morteros preparados: dosificados y amasados en planta, y posteriormente servidos en obra.
- Los acopios del cemento y la arena deberán realizarse sobre superficies planas, limpias y secas, estando su lugar de acopio protegido de la humedad y ventilado.
- La recepción de los morteros se ha de realizar en recipientes reutilizables, estancos y destinados expresamente para tal fin, evitando la mezcla del mortero fresco con morteros más antiguos.
- La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario, ya que una mezcla con exceso de agua (inadecuada relación agua/cemento), provoca la disminución de la resistencia del mortero. Por el contrario, la falta de agua de amasado hace la mezcla menos trabajable y dificulta su puesta en obra.
- Los morteros secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante (tipo de amasadora, tiempo de amasado y cantidad de agua).

- Se comprobará, en los morteros preparados, que la dosificación y resistencia que figuran en el albarán de envío corresponden con las solicitadas en proyecto. Así mismo, el tiempo de empleo de estos morteros se efectuará antes del límite máximo de utilización definido por el fabricante.
- La colocación de los morteros, en general, puede dar problemas si se utilizan por debajo de los 0°C y por encima de los 30-35°C, o con vientos excesivos (>50 km/h) y secos.
- Estos morteros convencionales (de albañilería) se utilizarán en esta unidad constructiva para el recibido de los ladrillos, para el tendido de regularización, para la realización de la media caña, para el enfoscado previo en la zona de adherencia de la lámina con la parte baja de los pretiles, etc. **-Detalles Constructivos 2 y 7-**. Por el contrario, los morteros aligerados tendrán el único destino de ser usados para la ejecución de la formación de pendientes.
- Los morteros aligerados pueden ser de diferentes tipos y formas de fabricación: morteros aireados y morteros celulares, morteros con inclusión de esferas de arcilla expandida, morteros de áridos ligeros, etc. Para cada uno de ellos se seguirán las recomendaciones específicas que puedan existir, así como las indicaciones dadas por los fabricantes.

3.3 Lámina impermeabilizante

- Las láminas bituminosas, en función del mástico con el que están compuestas, pueden ser de varios tipos, pero los detalles constructivos (entregas, solapes, juntas, ...) son los mismos para todas ellas.
- Cuando el mástico está compuesto por betún modificado con polímeros plastómeros se denominan APP (polipropileno atáctico), dando lugar a las láminas plastoméricas. Cuando está compuesto por polímeros elastómeros se denominan SBS (estireno butadieno estireno), dando lugar a las láminas elastoméricas **-Imagen A-**.



-Imagen A- Vista del acopio de distintos rollos de láminas de betún antes de su colocación.

3.4 Paneles de aislamiento

- Los productos utilizados como aislamiento se caracterizan por sus características térmicas y/o acústicas, las cuales deberán ser objeto de cálculo.
- Se comprobará que el material suministrado corresponde con lo solicitado en proyecto. En este caso, se utilizarán los aislamientos de paneles de poliestireno extruido (XPS) **-Detalles Constructivos 7 y 8-**.
- Para la resolución de juntas de dilatación **-Detalle Constructivo 3-** y como relleno independizador entre la formación de pendientes y los pretilas **-Detalle Constructivo 2-**, podrá usarse el poliestireno expandido -EPS- (puntos en los que no hay contacto directo y continuo con el agua).
- Cada embalaje contendrá una etiqueta identificativa del fabricante con el tipo, las dimensiones de los paneles, espesores, densidad, si tiene o no sellos de calidad, etc. **-Imagen B-**
- El almacenaje del aislamiento se hará en zonas secas y protegidas, evitando la exposición directa a la intemperie.



-Imagen B- Desembalaje de los paquetes con paneles de aislamiento de poliestireno extruido.

3.5 Geotextiles

- Hay diferentes productos en el mercado que pueden servir de capas separadoras en función del uso y las prestaciones a obtener. Los geotextiles son los más utilizados **-Detalles Constructivos 2 y 7-**. Se manufacturan en rollos.
- Los hay de diversos materiales, como poliéster y polipropileno, siendo unos más adecuados para cubiertas y otros para obra civil.

3.6 Grava

- La grava a colocar podrá ser suelta o aglomerada con mortero. La grava suelta solo se empleará en cubiertas con pendiente menor al 5% **-Detalle Constructivo 7-**.
- La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas (pedir en obra árido lavado).
- La grava poseerá un tamaño entre 16 mm y 32 mm. Los autores recomiendan usar diámetros más cercanos a la parte superior de esta horquilla.

3.7 Sustrato vegetal

- Conforman el nivel inferior de la capa final (sustrato y vegetación) de las cubiertas ajardinadas.
- Sobre la misma germina y crece la vegetación que da lugar a esta tipología constructiva **-Detalle Constructivo 8-**. Se trata de una tierra vegetal, que contiene la composición mineral y orgánica necesaria para permitir el normal desarrollo de las plantas. También, puede considerarse la utilización de sustratos especiales en lugar de tierra vegetal normal, pues poseen una menor densidad aparente y una mayor capacidad de drenaje **-Imagen C-**.
- Para las cubiertas ajardinadas extensivas el espesor del sustrato puede estar entre los 10-20 cm, aprox. Para cubiertas ajardinadas intensivas el espesor del sustrato puede oscilar entre los 15 cm y más de 1 m de altura, aprox.



-Imagen C- Recepción en obra de diferentes sacos llenos de sustrato para una cubierta ajardinada.

3.8 Plantas y vegetación

- Conforman el nivel superior de la capa final (sustrato y vegetación) de las cubiertas ajardinadas.
- Para las cubiertas extensivas podemos pensar en musgos, sedum, gramineas, bulbos pequeños, vegetación alpina, arbustos reducidos y otros análogos.
- En las cubiertas intensivas se puede incluir también vegetación de mayor tamaño, plantas con raíces más grandes, e incluso árboles pequeños.

3.9 Materiales auxiliares

3.9.1 Imprimaciones

- Son productos bituminosos que tienen la misión de mejorar la base de apoyo y asegurar la adherencia de las láminas con él en las zonas donde deban de ir fijadas (puntos singulares: cazoletas, juntas, rebosaderos, encuentros con pretilas, etc.) **-Detalles Constructivos 1 a 5-**. Las hay de dos tipos: emulsiones asfálticas (E) y pinturas bituminosas de imprimación (PI) y que a su vez pueden ser de base asfáltica y de base alquitrán. También están los pegamentos bituminosos y adhesivos (PB) que pueden utilizarse adicionalmente para la unión entre sí de las láminas (los hay de aplicación en caliente y de aplicación en frío).

3.9.2 Cazoletas

- Deberán estar realizadas con un material compatible con la lámina impermeabilizante bituminosa, por tanto, no deberán usarse cazoletas de PVC. Hoy en día, las más comúnmente utilizadas son las cazoletas de EPDM (etileno-propileno-dieno-monómero), las cuales disponen de un ala flexible y con hendiduras superiores para facilitar la adherencia con la impermeabilización **-Detalle Constructivo 1-**.
- La cazoleta debe ser necesariamente un elemento prefabricado y diseñado para tal fin **-Imagen D-**, con un ala perimetral superior a 10 cm de anchura y una profundidad adecuada –de al menos 15 cm– para permitir

- una evacuación segura del agua que recibe (en caso contrario debería buscarse otra pieza que cumpla este criterio).
- El diámetro de la cazoleta será 1,5 veces el diámetro de la bajante a la que desagua.
 - En función del tipo de acabado de la cubierta, la cazoleta deberá disponer de un elemento de protección u otro. Cuando sea transitable, este elemento será tipo rejilla y quedará enrasado con el plano de acabado del solado. Cuando sea no transitable el elemento protección deberá sobresalir de la capa de protección (en forma esférica) y retener los elementos que puedan obturar o dañar la bajante (tipo paragravillas). En el caso de cubiertas ajardinadas, los puntos de evacuación de agua deberán estar situados en arquetas registrables.



-Imagen D. Diferentes cazoletas de EPDM. A la derecha se observa un paragravillas.

3.9.3 Rebosaderos

- Como medida preventiva frente a las obstrucciones de los sumideros, deben plantearse evacuaciones adicionales en el perímetro de las cubiertas planas en forma de rebosaderos.
- Estos elementos se situarán algo por encima del encuentro del plano horizontal de la cubierta con el plano vertical del pretil, donde la pendiente está a una cota mayor y, por tanto, sólo evacuarán cuando el resto de la cubierta esté inundada.
- El rebosadero debe ser un elemento prefabricado y diseñado para tal fin, compatible con la impermeabilización, con un ala perimetral y una profundidad adecuada para permitir una evacuación segura del agua que recibe (en caso contrario debería buscarse otra pieza que cumpla estos criterios y disponer un prolongador que asegure este aspecto).
- Esta pieza se extenderá respecto al plano exterior de la fachada -al menos- 5 cm para evitar manchas debidas al chorreo vertical por el paramento exterior (esto es, que el agua evacuada no fluya por escorrentía).

3.9.4 Láminas con funciones especiales

- Denominaremos de esta forma a los productos utilizados en las cubiertas ajardinadas para realizar las funciones de filtración, drenaje, retención y de protección anti-raíces (que en conjunto conforman las subcapas especiales **-Detalle Constructivo 8-**). Pueden estar constituidos por láminas noduladas, paneles retenedores, velos filtrantes y mantas de protección, debiendo prestarse especial atención para saber en qué orden se colocan.
- Los materiales de los que están elaborados estos productos son varios **-Imagen E-**, según los fabricantes y la función específica que desarrollen: polietileno de alta densidad, polipropileno calandrado, poliéster, poliestireno...
- Algunos de estos productos tienen incorporados perforaciones por su cara superior que hacen las funciones de aliviaderos y de canalizadores del paso del agua. Por esta razón es importante reconocer en qué sentido deben disponerse.



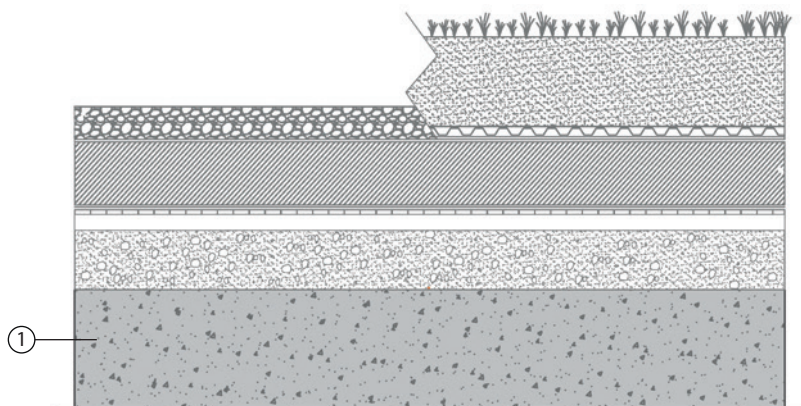
-Imagen E- Vista de las diferentes láminas y productos que conforman las subcapas especiales.

3.9.5 Piezas de contención lateral

- Son los elementos o perfiles no oxidables que sirven para separar la zanja o cajón perimetral de gravas respecto al sustrato vegetal **-Imagen C-** (se usa solo en las cubiertas ajardinadas) **-Detalle Constructivo 8-**.

4 PROCESO CONSTRUCTIVO

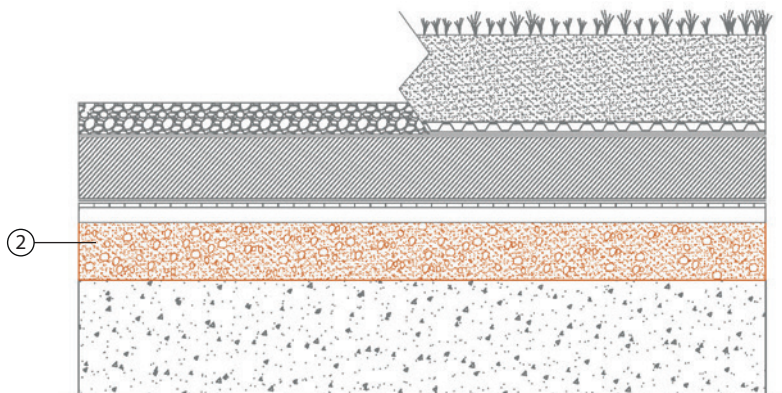
4.1 Soporte resistente



-Esquema 1- Primera capa de la cubierta: soporte resistente (normalmente, forjado de hormigón).

- El soporte resistente sobre el que descansará constructiva y mecánicamente el resto de las capas de la cubierta, será un forjado; habitualmente, de hormigón armado. Estos forjados se desarrollarán en otras monografías de la presente colección de 'Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos'.
- Los forjados deberán cumplir con todo lo indicado en la normativa técnica de aplicación: actualmente, el Código Estructural.
- La configuración de este sistema constructivo implica que el forjado en cuestión se encuentre en horizontal, dado que la inclinación de los paños de evacuación se conseguirá mediante la formación de pendientes.
- Los forjados sobre los que se ejecutará la cubierta deberán tener una edad superior a los 28 días y una resistencia acorde con las cargas a recibir, las cuales cumplirán con lo indicado en el proyecto y en la legislación vigente.
- Antes de los primeros trabajos de ejecución de la cubierta sobre el forjado, éste deberá limpiarse de los restos de obra que pudiera haber.

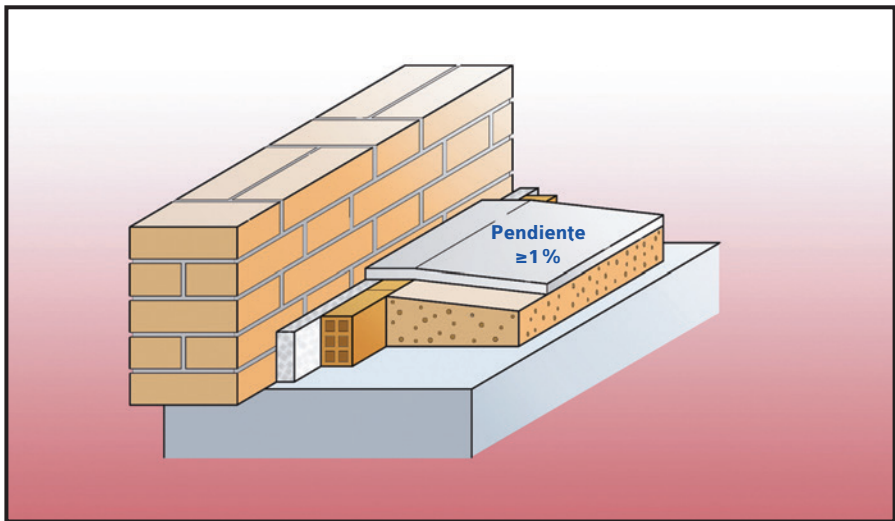
4.2 Formación de pendientes



-Esquema 2- Realización de faldones mediante la formación de pendientes sobre el forjado.

- La normativa establece que la horquilla de pendientes para las cubiertas planas (en términos generales) debe de estar comprendida entre el 1% y 5% **-Dibujo 2-**. Con base a lo indicado en la tabla 2.9 del DB-HS-1 del CTE, no podrán utilizarse las cubiertas de pendiente nula (0%). Los autores recomiendan que la pendiente media general sea del $\geq 2,5\%$, siempre que sea posible **-Imagen F-**.
- La formación de pendientes habitualmente podrá hacerse con mortero pobre de cemento o, de una manera más adecuada, con sistemas aglomerados ligeros (morteros con esferas de arcilla expandida, mortero celular, etc.) **-Detalles Constructivos 2 y 3-**. En estos últimos casos, es muy conveniente dotarles de una capa superior de acabado mejorado (tendido de regularización de mortero de cemento convencional) que proporcione una mayor capacidad mecánica superficial, un acabado más homogéneo y compacto, una mejor planeidad y una menor posibilidad de punzonamiento negativo de la membrana.
- La formación de pendientes no deberá morir a cero en el encuentro con los puntos de evacuación, si no tener al menos 1,5 cm de espesor para poseer suficiente cuerpo.
- Hay ocasiones en que a las cubiertas se les quiere dotar de una barrera de vapor y que ésta sea aplicada sobre el soporte y bajo la formación de pendientes. Esta solución es problemática dado que se formaría una 'trampa de agua' sin posibilidad de evaporación (sería necesario la colocación de chimeneas de ventilación y/o de capas de difusión de vapor).

- El diseño de la geometría y distribución de la formación de pendientes se hará de tal forma que la ubicación de los futuros sumideros a colocar cumpla con los siguientes criterios:
 - Que se sitúen al menos a 50 cm del encuentro con los paramentos verticales y, en lo posible, también de otros elementos que sobresalgan de la cubierta.
 - Que la distancia entre éstos y las bajantes no rebase los 5 m de distancia.
 - Que su localización se haga pensando de forma que la altura de la formación de pendientes no supere los 15 cm de grosor.
 - Que en los casos en los que solo haya un punto de desagüe en la cubierta, deberá colocarse adicionalmente un rebosadero.



-Dibujo 2- Replanteo de las maestras de ladrillo para la realización de la formación de pendientes.

- El encuentro del perímetro de la formación de pendientes con respecto a los paramentos verticales (ya sea una fachada, pretil, chimenea, etc.) debe seguir una regla de oro que consiste en que nunca ambos elementos entren en contacto directo **-Imagen G-** de forma que no pueda

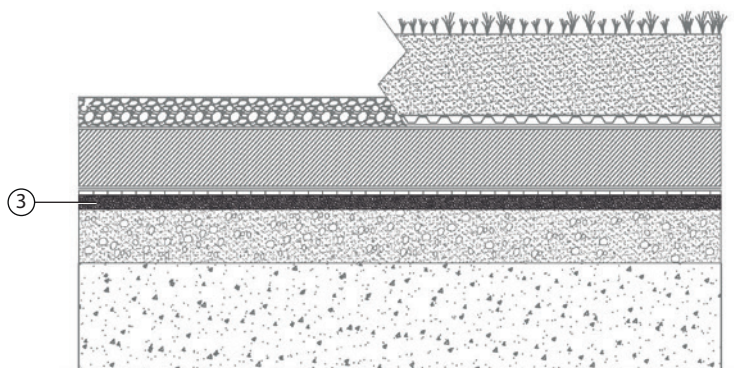
transmitirse un empuje sobre los citados paramentos verticales. La forma de conseguir esto puede ser:

- Con la colocación de una hilera de ladrillos dispuestos sobre el forjado, con una alineación totalmente paralela a la del paramento vertical y separado de éste 2cm como mínimo **-Detalle Constructivo 2-**. Esta solución tiene la ventaja de servir de maestra al material que constituya la formación de pendientes de la cubierta; por ejemplo: mortero aligerado con arcilla expandida, mortero celular, etc...
 - Con la colocación de una plancha de material compresible (por ejemplo, poliestireno expandido) dispuesto también en paralelo al paramento vertical, que posea un grosor de ≥ 2 cm y sirva de separación respecto a la formación de pendientes.
 - Con la combinación de las dos soluciones anteriores.
- En épocas de lluvia y nieve, así como cuando la temperatura sea bastante baja, será necesario interrumpir los trabajos de ejecución.



-Imagen F- *Extendido y regleado de un mortero aligerado para realizar la formación de pendientes.*

4.3 Tendido de regularización



-Esquema 3- Capa continua de mortero para la ejecución del tendido de regularización.

- El tendido de regularización es una capa de mortero de cemento de unos 2 cm o 3 cm de espesor que se extiende sobre la formación de pendientes -**Detalles Constructivos 1, 2 y 3-**.
- Su cometido es proporcionar una mayor capacidad mecánica superficial, dado que la resistencia a compresión de la formación de pendientes puede ser en muchas ocasiones deficiente e inadecuada -**Imagen G-**.
- El tendido de regularización nos hace disponer también de un plano de trabajo homogéneo, regular, uniforme, compacto y estable para colocar encima la lámina impermeabilizante.
- Su espesor será constante y con buena planeidad. Para ello, el regleado debe estar muy bien efectuado para que no aparezcan pequeñas protuberancias, resaltes o para que el marcado de la paleta o la regla no se noten.
- El grosor de la capa del tendido debe rebajarse en los alrededores de cada sumidero (superficie cuadrangular $\approx 50 \times 50$ cm) -**Dibujo 3-** al objeto de que una vez dispuesta la impermeabilización siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación, quedando el borde superior de la cazoleta por debajo del nivel de escorrentía del plano de la membrana.
- En el encuentro entre el tendido de regularización y la parte interior de los pretiles de la cubierta se efectuará una media caña con mortero de cemento -**Detalle Constructivo 2-**. Este redondeo debe tener un radio de curvatura de 5 cm.



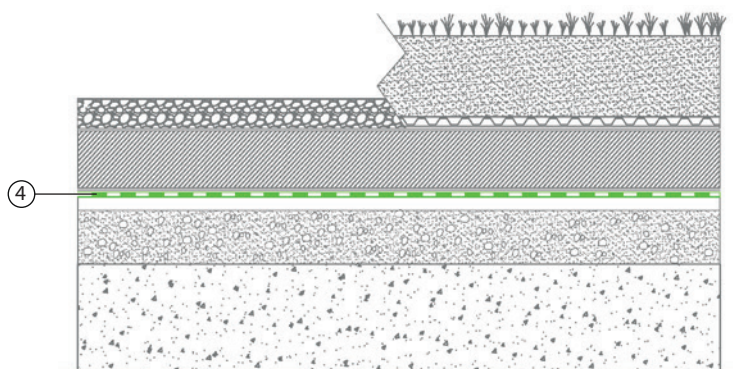
-Dibujo 3- Realización de rebaje en el tendido de regularización en el encuentro con la cazoleta.

- La realización de una media caña (o de un chaflán) tiene el cometido de evitar que la impermeabilización se doble a 90° y favorezca la posible aparición de microfisuras en la parte traccionada de ésta.
- El tendido de regularización es la base sobre la que descansará directamente la impermeabilización. Por tanto, antes de la colocación de la lámina su superficie deberá estar limpia, seca, lisa, uniforme y sin cuerpos extraños.



-Imagen G- Tendido de regularización de mortero de cemento ya extendido y fraguado.

4.4 Membrana impermeabilizante



-Esquema 4- Impermeabilización general formada por una o dos láminas bituminosas.

- Conceptualmente, hay que distinguir entre lo que es una membrana y lo que es una lámina impermeabilizante. La diferencia estriba en que una membrana puede estar constituida por una sola lámina o por dos láminas **-Detalle Constructivo 2-** y, en ambos casos, la denominación de 'membrana' implica que la/s lámina/s utilizada/s se encuentra/n ya solapada/s entre sí, con los puntos singulares resueltos y totalmente puesta en obra.
- En la colocación de la impermeabilización es aconsejable que no se deje sin cubrir ésta demasiado tiempo y que se ponga la siguiente capa cuanto antes para no favorecer el inicio de procesos de deterioro superficial. Por su parte, en épocas con temperaturas muy bajas es conveniente verificar que no se producen fragilizaciones en las láminas durante su puesta en obra.
- Durante la colocación de las láminas deberán tenerse en cuenta que las condiciones térmicas ambientales se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes fichas de características técnicas. En todo caso, cuando se interrumpieran los trabajos debe protegerse adecuadamente el material.

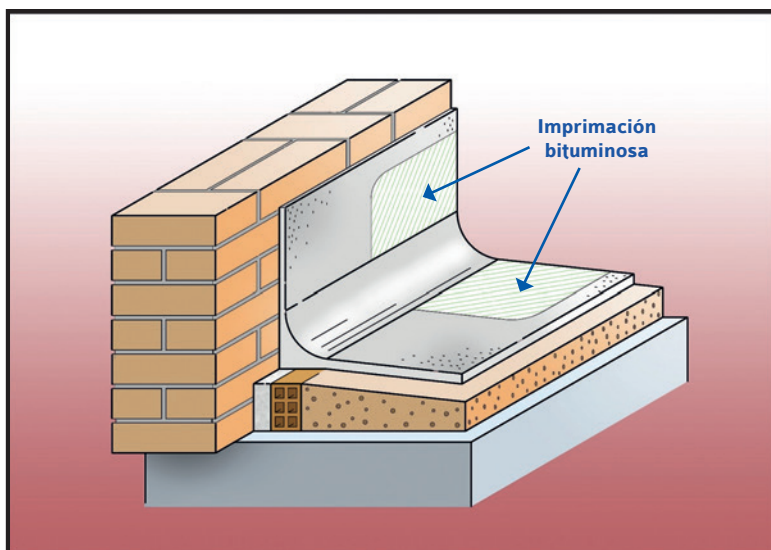
4.4.1 Sistemas de colocación de la impermeabilización

- En función de las necesidades y características técnicas de la cubierta, los sistemas de fijación de la impermeabilización, respecto a la base de apoyo, podrán ser varios.

- En cualquiera de estos sistemas, los trabajos de impermeabilización no deben efectuarse cuando exista hielo, nieve, cuando sople un viento fuerte o cuando exista otra condición meteorológica adversa.

4.4.1.1 Sistema no adherido

- Se le denomina también flotante. La impermeabilización se coloca sin adherirse a la base, salvo en los encuentros y puntos singulares habituales (como juntas de construcción de cubiertas, juntas de dilatación estructural, desagües, bordes libres y pretilas **-Dibujo 4-**) y en el perímetro de los elementos sobresalientes de la cubierta (como chimeneas, claraboyas y mástiles).
- En los puntos singulares referidos, deberá aplicarse una imprimación bituminosa sobre la base de apoyo para asegurar una buena adherencia **-Detalles Constructivos 1 a 5-**.
- Con este sistema se consigue una mejor independencia respecto a la base de apoyo ante la absorción de movimientos estructurales.



-Dibujo 4- Aplicación de la imprimación bituminosa en la zona de adherencia relativa al encuentro con los pretilas.

4.4.1.2 Sistema semiadherido

- La impermeabilización se adhiere a la base de apoyo en un área comprendida entre el 15 % y 50 %. No es excesivamente utilizado. Los puntos singulares son tratados igual que el sistema anterior.

4.4.1.3 Sistema adherido

- Existe una adherencia total con la base. Hay que aplicar imprimaciones bituminosas sobre toda la superficie del tendido de regularización para asegurar una continua y adecuada unión con ésta.
- En el momento de aplicar la imprimación, hay que asegurarse de que el tendido de regularización esté totalmente seco y haya pasado el tiempo necesario para que esté completamente fraguado.
- Es imprescindible utilizar este sistema en cubiertas impermeabilizadas que tengan pendientes entre el 5 % y el 15 %.
- El sistema adherido permite una mejor localización de humedades y filtraciones, en caso de existir éstas, que en el sistema no adherido.

4.4.1.4 Sistema fijado mecánicamente

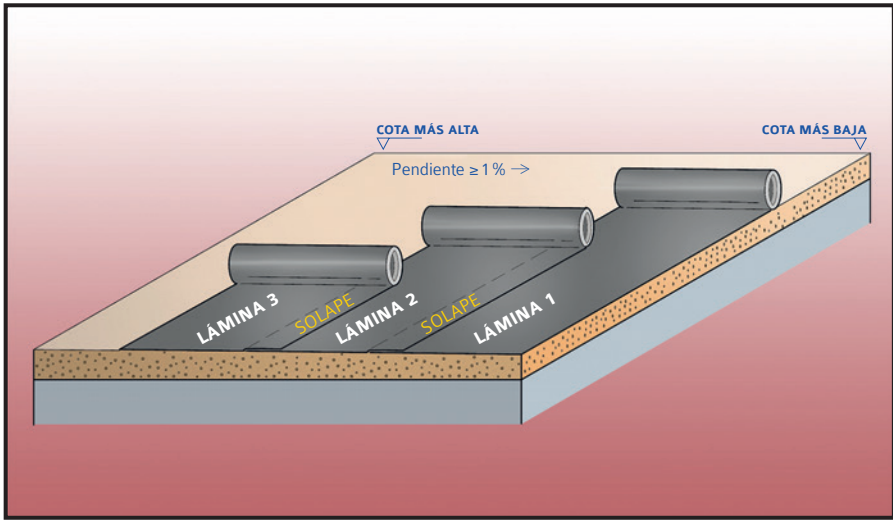
- La impermeabilización se sujeta a la base de apoyo mediante fijaciones mecánicas. Es preceptivo su utilización con pendientes ≥ 15 %. Puede utilizarse también en cubiertas con menor pendiente.
- Las fijaciones se instalan en el extremo de la lámina, atravesando la misma para asegurar su sujeción a la base sobre la que se dispone. Una vez realizadas, se coloca la lámina anexa, la cual cubrirá toda la banda en la que se sitúan dichas fijaciones. Este monte entre las láminas, que conforma el ancho del solape, se soldará de forma que queden totalmente unidas entre sí.

4.4.1.5 Sistema adherido y fijado mecánicamente

- Es una combinación los dos sistemas indicados anteriormente.

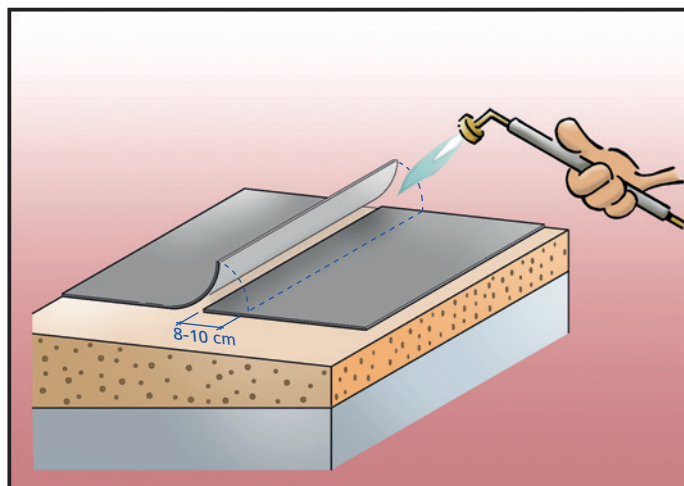
4.4.2 Uniones y solapes

- En la medida de lo posible, el extendido de la lámina debe hacerse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente **-Dibujo 5-**. En caso de impermeabilizaciones bicapas, la segunda lámina se colocará en la misma dirección y a matajuntas.



-Dibujo 5- Extendido y solape entre los rollos de las láminas impermeabilizantes bituminosas.

- Los solapes entre láminas deben quedar a favor de la corriente de agua y no estar alineados con los de las hileras contiguas. El ancho mínimo de las soldaduras a realizar en los solapes de láminas bituminosas será de 8 cm en longitudinal y 10 cm en transversal **-Dibujo 6-**.
- El modo más habitual de unir las láminas bituminosas es mediante el fuego producido por un soplete de gas, el cual debe aplicar su llama sobre los dos laterales a pegar, hasta que se produzca el reblandecimiento y la pérdida del film antiadherente. Esto es aplicable en los solapes y en la superposición entre láminas (ya sea en lo referido a las láminas de refuerzo o en el contacto entre dos láminas generales de impermeabilización en casos de sistemas bicapas —en cuyo caso debe haber una adherencia absoluta en toda la superficie de contacto—). Cuando la lámina deba de adherirse a la base de apoyo, previamente habrá que aplicar sobre ésta una imprimación compatible.



-Dibujo 6- Proceso de soldadura y unión a fuego entre los laterales de las láminas bituminosas.

4.4.3 Encuentro con los puntos de evacuación

- En el encuentro con los sumideros, la lámina que conforme la impermeabilización general deberá disponer adicionalmente de una lámina de adherencia previa (también llamada de refuerzo) la cuál estará totalmente unida, y cuyo material constituyente será de la misma naturaleza que aquella **-Detalle Constructivo 5-**.
- Cuando el sumidero hubiera que colocarlo en un paramento vertical, es aconsejable que la geometría de éste sea rectangular para facilitar una mejor puesta en obra. La lámina que lo cubra superiormente deberá llegar hasta la altura de la coronación de las entregas perimetrales de la impermeabilización.
- Se cuidará que los puntos donde están ubicadas las cazoletas no coincidan con la banda de solape entre rollos de la impermeabilización general.
- La secuencia de ejecución de la impermeabilización en su encuentro con las cazoletas y sumideros será la siguiente **-Detalle Constructivo 1-** :
 - a) Aplicación de una imprimación bituminosa sobre la zona de la formación de pendientes en donde irá adherido el refuerzo de este punto singular ($\approx 50 \times 50$ cm).

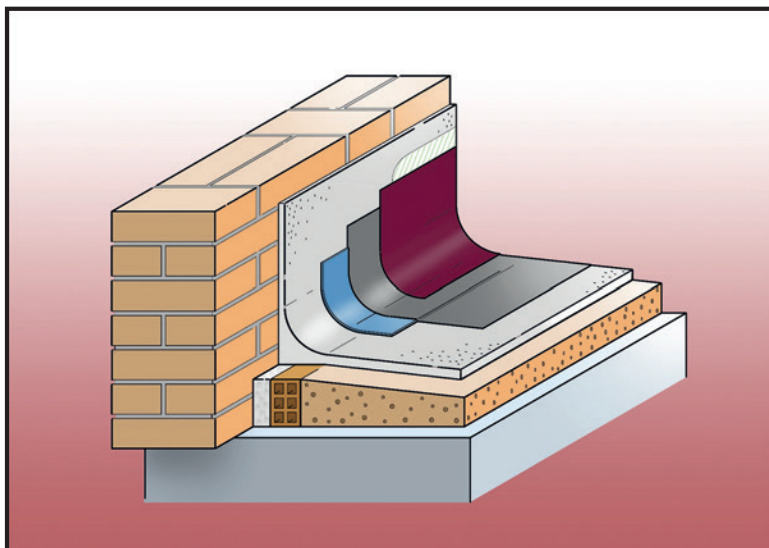
- b) Pegado de la lámina de adherencia sobre la base de apoyo (trozo de lámina impermeabilizante de refuerzo con formato cuadrangular de $\approx 50 \times 50$ cm) mediante aplicación de calor con soplete de gas por su trasdós.
- c) Disposición de cazoleta prefabricada de TPE o EPDM **-Imagen D-**, soldándola a la 'lámina de adherencia' mediante calentamiento por llama hasta la total adherencia.
- d) Extendido de la lámina impermeabilizante general, adhiriéndola inferiormente mediante calor a la cazoleta y a la lámina de adherencia (y así obtener en este punto singular tres zonas de soldadura circundante).

4.4.4 Encuentro con los paramentos verticales

- Este encuentro puede darse con cualquier elemento emergente vertical, como puedan ser los pretilos, las fachadas de los castilletes de ascensores y escaleras, chimeneas, etc.
- Debemos asegurar una buena base al tramo de impermeabilización que subiremos verticalmente, para lo cual con el mismo mortero que hubiéramos realizado la media caña o chaflán **-Detalle Constructivo 2-**, lo continuaremos hacia arriba para ejecutar un enfoscado en la parte baja del paramento vertical. Esta solución nos proporcionará una base continua, homogénea y que evite posibles punzonamientos negativos en la membrana (p. ej. en caso de haber roto previamente un 'canuto' en los ladrillos). La aplicación de este enfoscado de mortero de cemento no sería necesaria cuando el paramento vertical esté realizado por un material que ya tenga unas buenas características como base de apoyo y que permita también la aplicación directa sobre él de una imprimación (por ejemplo, un pretil realizado con hormigón armado).
- Tal como indica el Código Técnico, la impermeabilización deberá prolongarse siempre por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la 'cota de acabado de la capa de protección'.
- Es conveniente que en el diseño de los pretilos no se prevea una altura de éstos inferior a 30 cm (a contar desde el plano de protección de la cubierta). De esta forma, podremos asegurar que la entrega vertical de la impermeabilización sea siempre ≥ 20 cm **-Detalle Constructivo 8-** y que existe espacio adicional para disponer una albardilla como remate superior.

- Es aconsejable también que los pretilos no sean de fábricas de $\frac{1}{2}$ pie de grosor **-Detalle Constructivo 6-**, sino de un ancho superior al objeto de tener una mayor estabilidad y para que el empuje del paquete de cubierta sobre dicho pretil (en caso de existir) no sea fácilmente manifiesto. Pueden llevarse a cabo pretilos de hormigón armado, paneles GRC, fábricas de grosor ≥ 24 cm, etc. La ejecución de soluciones de pretilos de dos hojas tiene la ventaja adicional de poder incluir un aislamiento en su interior y optar por materiales de acabado diferente, en caso de ser necesario.
- Cuando se considere que es conveniente reforzar la estabilidad de los pretilos debido a que tienen un bajo grosor o una altura importante, podrán ejecutarse soluciones de rigidización como la disposición de sobrecanchos dispuestos a distancias homogéneas a modo de pilastras.
- Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
 - 1) Mediante una roza de $\geq 3 \times 3$ cm en la que se reciba la impermeabilización con mortero (de baja retracción), formando un bisel con ángulo de 30° aprox. con la horizontal y redondeándose la arista del paramento.
 - 2) Mediante un retranqueo/rebaje general de toda la altura de la entrega de la impermeabilización, cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical sea ≥ 5 cm (y sin mermar la estabilidad del pretil).
 - 3) Mediante un perfil metálico no oxidable (anclado cada ≤ 25 cm) provisto de una pestaña en su parte superior que sirva de base a un cordón de sellado entre dicho perfil y el paramento **-Detalle Constructivo 8-**. Cuando estemos ante elementos que atraviesen verticalmente todo el paquete de cubierta (como anclajes, tuberías, barandillas, etc.), este perfil metálico se conformará en forma de abrazadera **-Detalle Constructivo 4-**.
 - 4) Mediante la fijación con tacos tirafondos o tornillos no oxidables (que dispondrán de discos o arandelas en su cabeza) colocados cada ≤ 15 cm. Superiormente toda la coronación de la lámina se rematará con un bateaguas metálico sellado superiormente.
 - 5) Aplicando simultáneamente la solución 2+3.
 - 6) Aplicando simultáneamente la solución 2+4.

- La membrana deberá quedar siempre adherida a la parte baja del pretil **-Dibujo 4-**, independientemente de que el sistema de fijación de la impermeabilización respecto a la base de apoyo sea no adherido, semiadherido o adherido.



-Dibujo 7- *Secuenciación y forma de disposición de los tipos de láminas que intervienen en el encuentro de la impermeabilización con un pretil de fábrica de ladrillo.*

- La secuencia en concreto con la que debe de efectuarse la colocación de las láminas impermeabilizantes en este encuentro es la siguiente

-Dibujo 7-:

- Aplicación de una imprimación (compatible con la lámina utilizada) en una longitud de ≥ 25 cm en horizontal sobre el tendido de regularización y en una altura igual al alto de la entrega vertical de la impermeabilización (excepto en la parte de la esquina donde se realice el chaflán o la media caña).
- Disposición en ángulo de una lámina de adherencia de ≥ 30 cm [preferible y deseable ≥ 50 cm]. Se trata de una lámina de refuerzo inferior de igual tipo que la general (y como mínimo LBM-30-FP con plegabilidad -15°C), adherida en toda su superficie a la base de apoyo mediante calentamiento.
- Ejecución de la lámina impermeabilizante general.

- Colocación de la lámina de pretil, enrasada superiormente con la impermeabilización general. Se trata de una tira de ≥ 50 cm a modo de banda de terminación, de la misma naturaleza que la general, pero con acabado autoprotegido **-Imagen H-**. Esta lámina será imprescindible en cubiertas no transitables con la entrega vertical vista.
- La secuencia anterior se modificará levemente en caso de impermeabilizaciones bicapas **-Detalle Constructivo 2-**, al objeto de incluir una lámina intermedia de refuerzo en la zona de los pretiles, así como para colocar la segunda lámina impermeabilizante general que forme parte de la membrana.



-Imagen H- Ejecución de membrana impermeabilizante ya finalizada. Se observa la lámina autoprotegida dispuesta en el perímetro de la cubierta (sobre la base del pretil).

4.4.5 Encuentro con las puertas de acceso a la cubierta

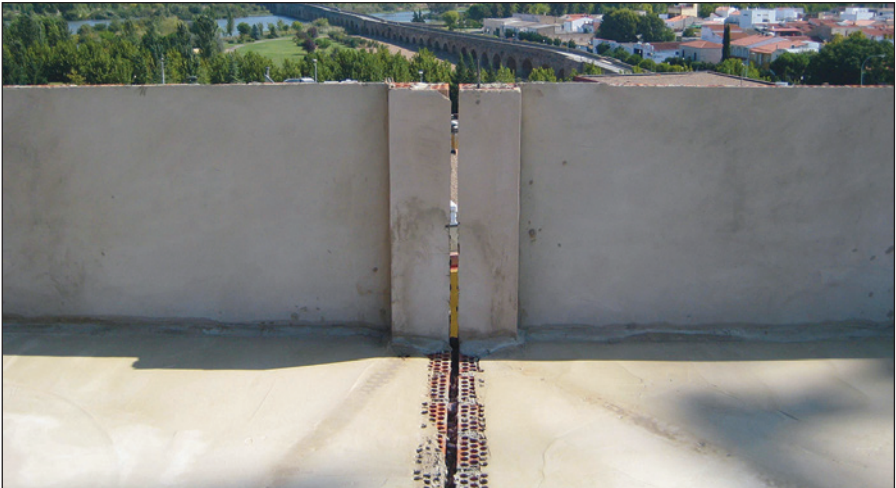
- Para resolver el encuentro de las cubiertas con las puertas que dan acceso a las mismas, se dispondrá un desnivel de ≥ 20 cm de altura por encima de la cota de acabado de la vegetación o la grava **-Detalle Constructivo 7-**. La forma de resolución de la impermeabilización será análoga a lo indicado para los encuentros con los paramentos verticales.

- En base a lo anterior, el umbral de estas puertas nunca podrá estar a ras del plano de acabado de la cubierta, sino a más de los 20 cm expresados. Como alternativa a dicho umbral, se podría retranquear (a más de 1 m) la ubicación de la puerta de acceso respecto a la fachada donde se ubica y efectuar una rampa de descenso hasta llegar a la cota de acabado de la cubierta (en nuestro caso, esto solo tendría sentido en las cubiertas no transitables ajardinadas que tuvieran ciertas áreas de esparcimiento y utilización peatonal, y que además, se previera el uso por personas con problemas de movilidad/ accesibilidad).

4.4.6 Juntas de dilatación

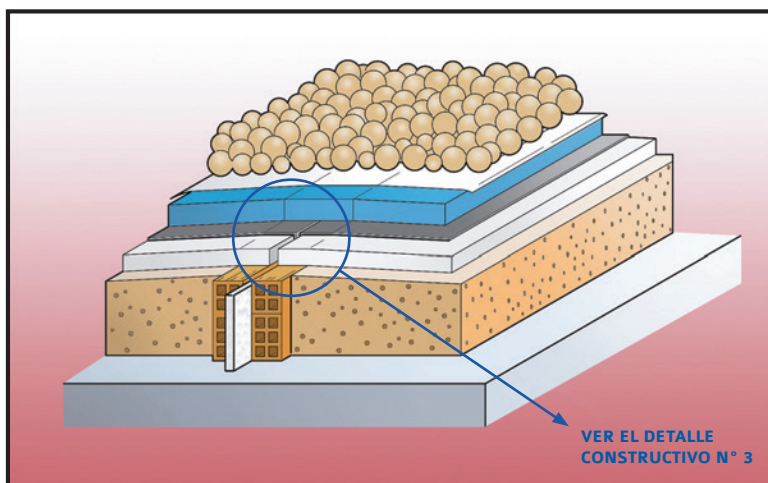
4.4.6.1 Tipos de juntas

- Juntas de Dilatación Estructural: Deberán realizarse según las distancias, procedimientos y premisas que se indiquen en el articulado de la normativa estructural vigente. Este tipo de junta es de suma importancia resolverla y tenerla en cuenta en el diseño y ejecución de las cubiertas, afectando a todas las capas constitutivas de la misma, incluyendo al soporte resistente **-Detalle Constructivo 3-**.



-Imagen I- Vista de una junta de dilatación de un pretil y una junta de dilatación de cubierta en coincidencia con una junta de dilatación estructural.

- Juntas de Dilatación de Cubierta: las cubiertas planas deben disponer de sus propias juntas de dilatación, además de aquellas que sean de dilatación estructural. Tienen que preverse en el proyecto y materializarse durante la ejecución. La distancia entre estas juntas será de 15 m como máximo. Como criterio, siempre que exista una junta de dilatación estructural debe disponerse una junta de dilatación de cubierta coincidiendo con ella. Este tipo de juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente **-Dibujo 8-**.



-Dibujo 8- Disposición general de los elementos y capas principales en una junta de dilatación de cubierta.

- Juntas de Dilatación de los Pretiles: Para los pretiles constituidos por ladrillo cerámico, las distancias variarán entre 8 y 30 m, en función de la expansión final por humedad de la pieza cerámica utilizada y la retracción final de mortero. Las juntas de dilatación de los pretiles deberán coincidir con las juntas de dilatación de las fachadas del edificio **-Imagen 1-**, si bien puede estudiarse la conveniencia de incorporar entremedio juntas a menor distancia que las existentes para las fachadas y la estructura. De igual modo, es deseable que las juntas de dilatación de cubierta y las juntas de dilatación de los pretiles puedan hacer coincidir sus alineaciones.

4.4.6.2 Condiciones de realización

- Los bordes de las juntas de dilatación estructural y de dilatación de cubierta deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente. La anchura de ambos tipos de junta debe ser mayor de 3 cm (especialmente en las estructurales). Por su parte, la configuración de los paños de evacuación debe de concebirse de tal forma que estas juntas queden siempre sobre cumbreras.
- Para resolver constructivamente las juntas de dilatación estructural y las juntas de dilatación de cubierta podemos recurrir a varios formatos:
 - Junta coplanar: Es aquella que resuelve la impermeabilización de este punto singular en el mismo plano de cada uno de los labios laterales de la junta **-Detalle Constructivo 3-**, como prolongación de los paños de pendiente.
 - Junta resaltada: Es aquella que resuelve la impermeabilización elevándola parcialmente cuando llega al borde de la junta, pero sin rebasar la 'cota de acabado de la capa de protección' (grava o vegetación).
 - Junta emergida: Es aquella que resuelve la impermeabilización de este punto singular elevándola por encima de la 'cota de acabado de la capa de protección' de la cubierta, de tal forma que sobresalga al menos 20 cm por encima de ésta. Es la solución que permite una mejor inspección de la misma durante la vida útil del edificio y un proceso de mantenimiento más barato. Se resuelve como un doble encuentro con los paramentos verticales.
- La secuencia en concreto con la que debe de efectuarse la colocación de las láminas impermeabilizantes para solucionar las juntas de dilatación estructural y de cubierta (mediante junta coplanar o junta resaltada), es la siguiente **-Detalle Constructivo 3-**:
 - A** Aplicación sobre la base de apoyo de una imprimación bituminosa y disposición de dos láminas de adherencia de ≥ 25 cm (aconsejable ≥ 30 cm). Se trata de unas láminas de refuerzo con armadura de poliéster tipo LBM 30-FP o superior, adheridas por calentamiento.
 - B** Colocación de la lámina de pliegue inferior (tipo LBM-40-FP o superior), colocada en forma de lira o bucle de ≥ 45 cm de anchura y adherida a cada lámina de adherencia lateral.

- C** Colocación, en ambos lados, de la lámina impermeabilizante general hasta el borde de la junta.
- D** Disposición del cordón de relleno compresible (obturador cilíndrico compatible).
- E** Disposición de la lámina de pliegue superior. Es un lámina de ≥ 30 cm de anchura (aconsejable ≥ 45 cm) dispuesta también en forma de lira, fuelle o bucle, centrada en la junta y adherida por cada extremo a la impermeabilización general. Será de tipo LBM-40-FP o superior.

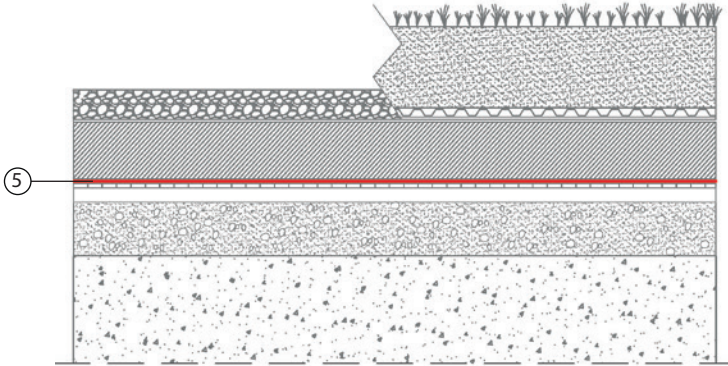
4.4.7 Prueba final de estanqueidad

- Una vez finalizada la puesta en obra de la membrana, es determinante la realización de una prueba de estanqueidad en la cubierta **-Imagen J-**. Esta prueba de servicio se hará para comprobar si existen humedades o pérdidas de agua. Para realizarla, se procederá a la inundación total del área impermeabilizada hasta un nivel de 1 cm o 2 cm por encima de la zona de limatesa más alta, y siempre que no se sobrepase el límite de resistencia del forjado que sirve de soporte a la cubierta. Esta inundación debe de mantenerse durante 24 horas como mínimo. En caso de cubiertas en la que no sea posible esta operación, se efectuará un procedimiento de riego continuo por aspersión de 48 horas de duración por toda la superficie. Una vez finalizada la prueba y verificada la existencia de posibles fugas, la evacuación del agua debe hacerse de manera progresiva para no dañar las bajantes.



-Imagen J- Proceso de comprobación de la estanqueidad de una impermeabilización.

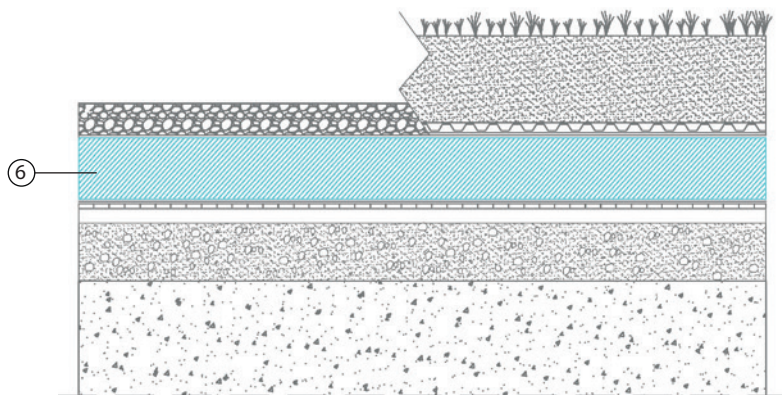
4.5. Primera capa separadora



-Esquema 5- Disposición de la capa separadora inferior compuesta por un geotextil.

- Es importante conocer que existen materiales que no deben estar en contacto directo; por esta razón deberemos evitar su uso simultáneo o bien intercalar un elemento que los independice (capa separadora). Según el caso, podría ser un producto sintético prefabricado o una capa de mortero de cemento, en función de los materiales a disponer y la solución constructiva a realizar.
- En términos generales, las capas separadoras se pueden utilizar también para diferentes cometidos: evitar la adherencia entre los componentes de la cubierta, permitir los movimientos diferenciales entre ellos, separar el aislamiento térmico, proporcionar protección físico-química entre elementos y otros cometidos adicionales **-Detalles Constructivos 2, 7 y 8-**.
- Las capas separadoras deben ser imputrescibles y compatibles con los materiales con los que estén en contacto **-Imagen L-**.
- La solución más comúnmente utilizada es la disposición de un geotextil (con gramaje y características a definir). Este producto viene presentado en rollos y es fácilmente manejable y aplicable. Suelen ser manufacturas en forma de velos, mallas y no-tejidos ligados mecánicamente, fabricados de varios tipos de material, pudiendo tener cometidos especializados.

4.6 Material aislante



-Esquema 6- Panel aislante machihembrado de poliestireno extruido (capa térmica).

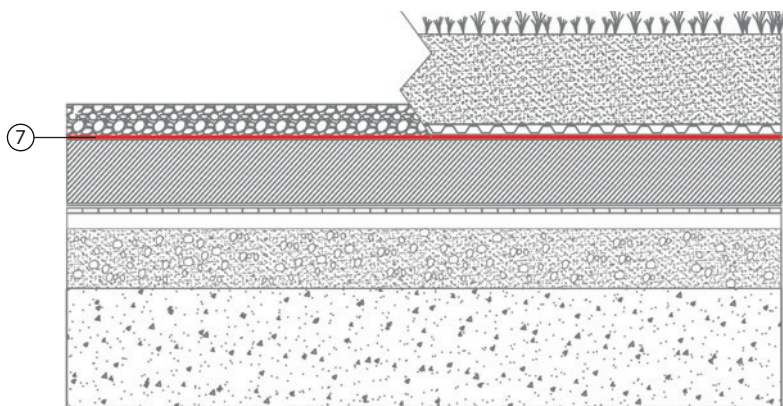
- Cuando el aislamiento térmico queda expuesto al contacto directo con el agua (como es el caso), dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación. Debe utilizarse el poliestireno extruido [XPS] **-Imagen L-** que es un material de estructura celular cerrada, con buena resistencia mecánica, que no tiene pérdidas significativas de sus capacidades aislantes cuando está mojado y con una absorción porcentual del agua muy baja –menor que el 0,7 % en volumen– **-Detalles Constructivos 7 y 8-**.
- La colocación del aislante térmico debe ser homogénea y continua (hay que extenderlo por toda la superficie de la cubierta y no quedar puentes térmicos, para lo cual el aislamiento tendrá que colocarse sin holguras entre las piezas) **-Imagen K-**.
- El espesor del aislamiento dependerá de lo indicado en el Código Técnico y según los cálculos térmicos específicos que se hubieran realizado en el proyecto de ejecución.
- El tipo y características del aislamiento a colocar, será el que venga definido en dicho proyecto.
- Para asegurar un encaje adecuado entre los diferentes paneles, habitualmente éstos tienen sus bordes machihembrados.

- Se utilizarán las herramientas apropiadas para realizar los cortes, evitando el desgarro o rotura del material.
- Con el objeto de que ajusten mejor los paneles en las zonas de encuentro con los paramentos verticales, es posible que hubiera que rebajarlos unos milímetros por su parte inferior (solo en el extremo de la arista que se situará junto a la media caña de mortero). Una acción parecida podría evaluarse en coincidencia con las láminas plegadas que hay en las juntas de dilatación.
- Los paneles que se sitúen en coincidencia con la vertical de donde están las cazoletas, deberán practicárseles el correspondiente orificio para permitir el paso del agua.



-Imagen K- *Extendido y acople lateral de los paneles de poliestireno extruido formando la capa de material aislante de una cubierta invertida.*

4.7 Segunda capa separadora



-Esquema 7- Disposición de la capa separadora superior compuesta por un geotextil.

- La colocación de una capa separadora necesitará en ciertos casos de un determinado grosor mínimo o gramaje para ser efectiva. Además, tendrá unas características concretas en función del cometido que se le pida: separador ordinario, independizador químico, protección antipunzonante...
- De manera conceptual y según la normativa, las capas separadoras deberán utilizarse en los siguientes casos:
 - a) Cuando tengamos que evitar el contacto entre materiales químicamente incompatibles.
 - b) Cuando queramos asegurar la no adherencia entre base de apoyo y la impermeabilización (sistema flotante o no adherido). Es decir, estaría colocada entre el tendido de regularización y la membrana impermeabilizante (en la solución diseñada para esta monografía no se ha considerado necesaria su inclusión).
 - c) Cuando se desee evitar, en general, la adherencia entre la impermeabilización y la protección (este no sería nuestro caso, pues al ser la cubierta de tipo invertida siempre habrá un aislamiento entremedio).
 - d) Específicamente, cuando hubiera que separar o resguardar al aislamiento térmico de las capas posteriores o del acabado final **-Imagen L-**:
 - Si se coloca grava como capa de protección (acabado pétreo)

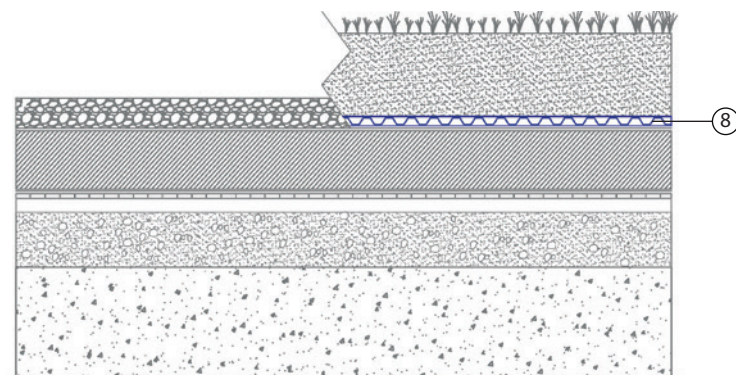
-Detalle Constructivo 7-

- Cuando utilizemos sustrato vegetal como protección (cubiertas ajardinadas) **-Detalle Constructivo 8-**.
 - Si disponemos como capa de protección un solado flotante (en nuestro caso, para hacer pasillos de acceso para el mantenimiento de las instalaciones o para zonas de uso y disfrute de personas).
 - Cuando la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.
- e) Para aumentar la protección contra incendios de la cubierta.
- f) Otros casos: para cubiertas planas distintas a la tipología desarrollada en esta monografía (cubiertas transitables, con tráfico rodado...).
- La colocación de la segunda capa separadora no sería estrictamente necesaria en las cubiertas ajardinadas o por lo menos en las zonas con vegetación, dado que las funciones de filtración y separación pueden ser asumidas por las subcapas especiales (ver siguiente capítulo). Sin embargo, hay que recordar que hay zonas con cajones de grava (ver **-Detalle Constructivo 8-**) y zonas que pueden ser pisables para permitir el esparcimiento y tránsito de las personas (en cuyo caso deben ir embaldosadas/soladas). En estos últimos casos no habría subcapas especiales y sí segunda capa separadora.



-Imagen L- Vista de la colocación de un geotextil por encima y por debajo del panel aislante de poliestireno extruido, formando respectivamente la 1ª y 2ª capa separadora.

4.8 Subcapas especiales



-Esquema 8- Conjunto de subcapas con funciones especiales para cubiertas ajardinadas.

- Normalmente, no suelen ser necesarias otras capas con funciones especiales en una cubierta estándar no transitable acabada en grava, si bien en ciertas circunstancias puede evaluarse según las necesidades o prestaciones a satisfacer. En alguna ocasión, pudiera ser preciso una 'capa de compresión' de hormigón o mortero de cemento que conforme una plataforma continua, dispuesta sobre la segunda capa separadora. Sin embargo, esto es excepcional o queda restringido a pequeñas áreas, como las bancadas para las instalaciones exteriores. De esta manera, cuando no existan estas necesidades especiales, encima del geotextil situado sobre el aislamiento iría ya el acabado pétreo granular.
- Habitualmente, la utilización de las subcapas especiales se circunscribe a cuando se llevan a cabo cubiertas ajardinadas, en cuyo caso suelen estar formadas por varias manufacturas o productos. Según los fabricantes y las especificaciones del proyecto, cada una de las funciones indicadas en el punto 3.9.4 puede realizarla individualmente uno de esos productos o, por el contrario, alguno de ellos puede sumar otra (p. ej.: filtrante+drenante, drenante+retenedora, protectora+retenedora). Esta es la razón por la que la denominación utilizada en esta monografía es 'subcapas', pues son productos diferentes, aunque se utilizan juntos formando una capa con un conjunto de funciones especiales **-Detalle Constructivo 8-**.
- Por todo lo anterior, es muy necesario que, en las cubiertas ajardinadas, el proyecto detalle y prevea la naturaleza concreta de las subcapas especiales que deben instalarse según el grado de seguridad a obtener,

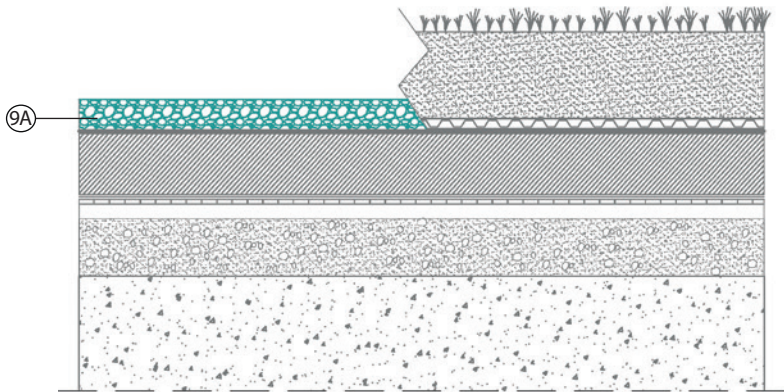
el porte y características de las plantas, el espesor del sustrato y si las cubiertas serán de tipo extensivo o intensivo. Conviene asesorarse por especialistas y fabricantes con experiencia en cubiertas verdes para que la ejecución se efectúe bajo los parámetros recomendados **-Imagen M-**. Entre estas subcapas especiales, podemos destacar las siguientes:

- Subcapas filtrantes: Su cometido es asegurar el buen funcionamiento del drenaje, para lo cual deberán de evitar el desplazamiento de los gránulos finos de la capa dispuesta superiormente a ésta.
- Subcapas drenantes: Su misión es la de conducir el agua sobrante a los sumideros de las cubiertas, pero almacenando también el agua necesaria para las plantas (ya sea de lluvia o de riego). Permiten además mejorar la oxigenación de la capa del sustrato vegetal.
- Subcapas protectoras: Son aquellos productos (a los que se les denomina en ocasiones como mantas) que se colocan expresamente para tener una mejor protección ante los golpes, mayor resistencia a la penetración de las raíces,...



-Imagen M- Colocación de las subcapas especiales. Superiormente puede apreciarse una lámina nodulada de polietileno de alta densidad.

4.9 Acabado pétreo granular



-Esquema 9- Colocación de capa de protección formada por grava de río (para cubiertas no transitables con acabado no vegetal).

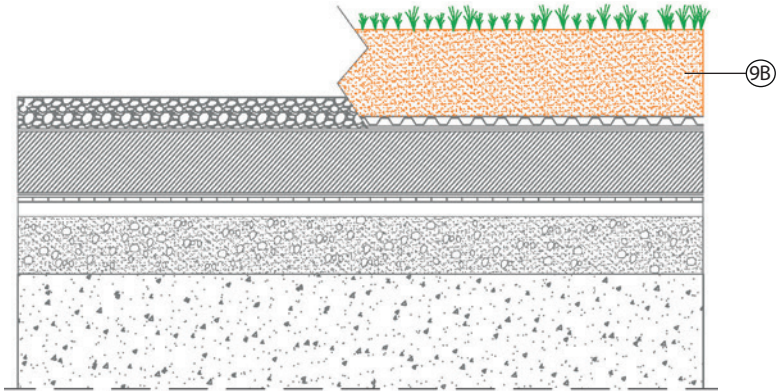
- La protección pesada a utilizar en una cubierta plana estará formada por un material que sea resistente a la intemperie y que tenga un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento. Es importante que este material lastre bien, especialmente en la parte periférica de su área, en una banda de un ancho aproximado a un 10 % de la longitud de la cubierta (y mayor a 1,5 m).
- El espesor de la capa de grava será al menos 5 cm **-Imagen L-**, pero no necesariamente tendrá que ser el mismo en toda la superficie de la cubierta. De esta forma, se establecerá el lastre adecuado en cada parte (por si tuviera que ser mayor), en función de las diferentes zonas de exposición en la misma.
- Alrededor de los sumideros es aconsejable colocar los diámetros de grava más grandes o, incluso, traer una partida de mayor tamaño para circundar esta zona.
- Los sumideros deberán poseer elementos de protección (paragravillas) que puedan retener el material granular, el cual podría obturar o dañar la bajante si cayera dentro de la instalación de saneamiento.
- La grava se extenderá sobre una capa separadora (geotextil que cumpla las funciones de antipunzonante y filtrante) **-Detalle Constructivo 7-**.

- La grava puede ser procedente de áridos de machaqueo o de áridos rodados **-Imagen N-**. En el primer caso, deberá asegurarse la no existencia de eventuales aristas que puedan dañar la entrega vertical de la impermeabilización cuando ésta se sitúa en la banda perimetral de cubierta situada junto a los pretilos.
- La grava no se utilizará en los trayectos que sean necesarios para comunicar el tramo existente entre la puerta de acceso a la cubierta y las zonas que necesiten comprobaciones periódicas (como las instalaciones). Así, deberán disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el paso peatonal para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema.



-Imagen N- *Cubierta plana totalmente acabada y con la grava de río extendida superficialmente.*

4.10 Sustrato y vegetación



-Esquema 10- Colocación de capa de protección formada por sustrato terroso y vegetación (para cubiertas no transitables con acabado vegetal).

- En las cubiertas ajardinadas es aconsejable que se prevea en proyecto la utilización de 'láminas anti-raíz'. Son aquellas que están formuladas para minimizar el ataque por perforación de las raíces de las plantas. En función del porte y tipo de vegetación a incorporar, estas láminas serán más o menos necesarias.
- Es aconsejable que la impermeabilización a disponer en las cubiertas ajardinadas tenga una pendiente mínima $\geq 2\%$ **-Imagen O-** y que sea del tipo bicapa, dado que todo ello nos conferirá una mayor seguridad de uso.
- Si se quieren pequeñas zonas en las que no crezca la vegetación para poder delimitar áreas de parterre o para esbozar caminos de tránsito ocasional, puede pensarse en colocar en la parte superior del sustrato unas mallas anti-hierbas (que pueden ser enterradas levemente).
- En las cubiertas ajardinadas es aconsejable preparar pasillos de mantenimiento y unas áreas de uso y esparcimiento (que serán más visitables), para minimizar el deterioro de las zonas con vegetación. Una forma de solucionarlo es colocando solados de baldosa, si bien también puede pensarse en extender diferentes materiales granulares (naturales o compuestos).
- Los puntos singulares de las cubiertas ajardinadas deben tener su ubicación bien señalizada y poseer una mayor accesibilidad que el resto de la superficie para permitir su inspección y fácil mantenimiento.

- Las cazoletas de este tipo de cubiertas necesitan situar sobre su vertical una arqueta de registro con espacios laterales filtrantes y remate superior en rejilla. También, se recomienda disponer un círculo de 1 m de diámetro relleno de gravas en coincidencia concéntrica con los sumideros, el cual funcionará como filtro de finos para evitar la obturación de los desagües.
- En el encuentro de estas cubiertas con los paramentos laterales, es de interés colocar una zanja o cajón perimetral relleno de gravas (de al menos 20 cm de ancho) **-Detalle Constructivo 8-** para proteger de manera más segura a la entrega vertical de la impermeabilización respecto a las tareas de mantenimiento y jardinería.
- En los dos puntos singulares antes mencionados, puede ser interesante interponer también un geotextil que perimetre la grava y que evite así más eficazmente la existencia de colmataciones.
- Podemos dividir a las cubiertas ajardinadas en dos tipos principales, según su naturaleza y características:
 - **Cubiertas extensivas:** Se caracterizan por necesitar un mantenimiento reducido. Se les denomina también como cubiertas ecológicas. Son resistentes a los cambios climatológicos y a la intemperie, así como capaces de soportar periodos con poca aportación de agua.
 - **Cubiertas intensivas:** Se caracterizan por necesitar un mantenimiento más frecuente, así como mayores necesidades de aporte de agua. Pueden incluir árboles de dimensiones importantes, césped, estanques, campos deportivos, etc. Se les denomina también cubiertas jardín.



-Imagen 0- Vegetación de una cubierta ajardinada dispuesta sobre varios niveles estructurales.

5 DETALLES CONSTRUCTIVOS

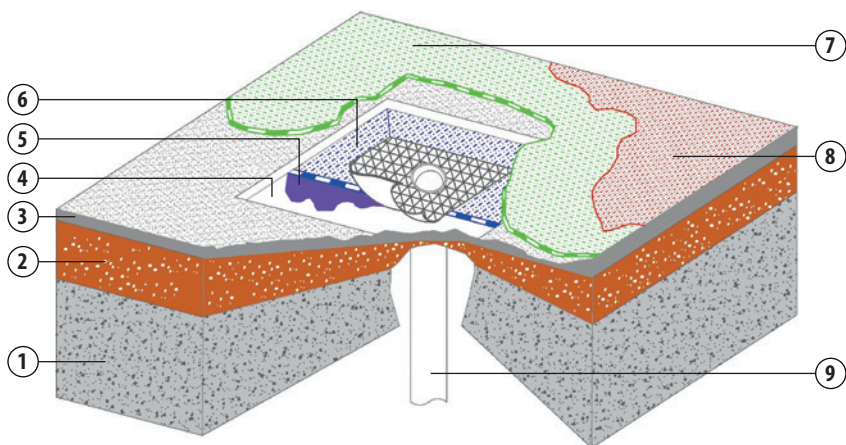
En este apartado se representa una serie de detalles constructivos sobre la disposición de los puntos singulares y/o más representativos de las cubiertas planas no transitables, al objeto de intentar minimizar las patologías que pudieran presentarse en esta unidad de obra.

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

Los detalles incorporados que figuran en esta publicación y realizados ad hoc, van especialmente dirigidos (como el resto del manual) a técnicos con escasa experiencia profesional constructiva, técnicos noveles, así como para los estudiantes universitarios relacionados con la edificación. Algunos de estos detalles participan de la visión y el concepto que, en algunos ámbitos académicos, ha venido a denominarse tectografía secuencial.

Hay que tener en cuenta, que un proyecto bien descrito, pormenorizado, justificado, documentado y con unos detalles constructivos bien planteados, es crucial para que todo llegue a buen puerto en la práctica. Sin embargo, esto no suele ser siempre así, lo que puede provocar que las omisiones y las prescripciones incorrectas contenidas en el proyecto se trasladen al proceso de ejecución.

Los autores desean que estas contribuciones gráficas que se incluyen en las siguientes páginas, puedan servir de base para tener referencias técnicas mínimas que se puedan adaptar y mejorar para cada obra en concreto.



- | | | |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Soporte resistente. | 4. Rebaje del soporte | 7. Lámina impermeabilizante general. |
| 2. Formación de pendientes. | 5. Imprimación bituminosa. | 8. Geotextil. |
| 3. Tendido de regularización. | 6. Lámina de adherencia. | 9. Bajante. |

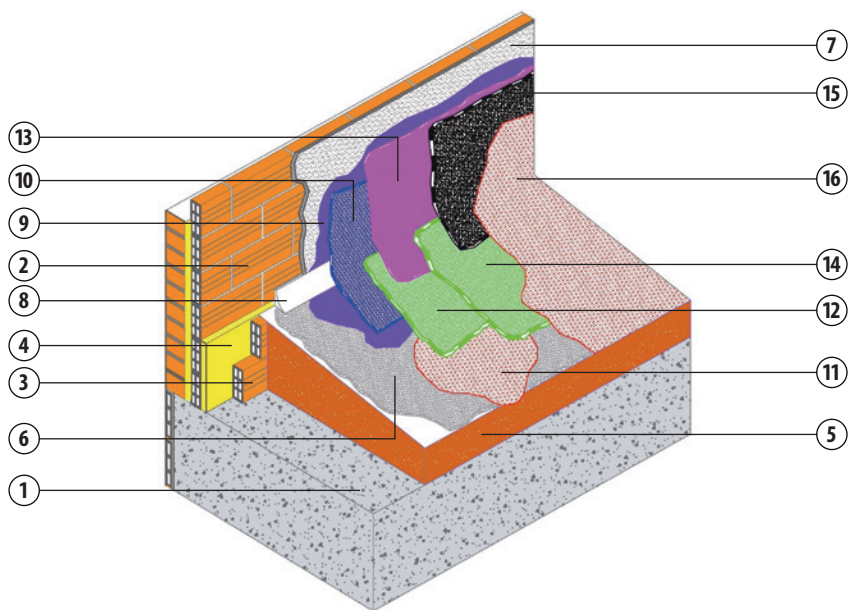
-Detalle 1- Colocación de cazoleta de EPDM en su unión con la impermeabilización.

Descripción

Este detalle constructivo muestra el punto de recogida de aguas pluviales en una cubierta plana y la forma en la que deben disponerse todos los elementos que confluyen en él (se trata sin duda del lugar más crítico de una impermeabilización). Sobre la vertical de la bajante, en la zona más baja de las pendientes de la cubierta, se realizará un rebaje del tendido de regularización que permita que, cuando se disponga la lámina impermeabilizante general, ésta no tenga un remonte debido al grueso de los elementos que se colocan previamente.

Sobre la base del rebaje se aplica una imprimación líquida de betún y sobre ésta se adhiere un trozo de lámina de refuerzo (lámina de adherencia), a la que le efectúa en su parte central un orificio para alojar la cazoleta que conectará con la bajante. Esta cazoleta será de un material compatible con las láminas bituminosas (las más utilizadas son de EPDM).

El área de esta zona rebajada será igual al área de la lámina de adherencia, que a su vez será mayor que las dimensiones de las alas de la cazoleta. Una vez dispuesta la pieza de cazoleta, extenderemos la lámina impermeabilizante general (adhiriéndola en toda esta zona).



- | | | |
|--|---------------------------------|--|
| 1. Soporte resistente. | 6. Tendido de regularización. | 12. 1ª lámina impermeabilizante general. |
| 2. Pretil de dos hojas. | 7. Enfoscado previo del pretil. | 13. Lámina intermedia de refuerzo. |
| 3. Maestra para formación de pendientes. | 8. Formación de media caña. | 14. 2ª lámina impermeabilizante general. |
| 4. Plancha elástica. | 9. Imprimación bituminosa. | 15. Lámina autoprotégida de acabado. |
| 5. Formación de pendientes. | 10. Lámina de adherencia. | 16. Geotextil superior. |
| | 11. Geotextil inferior. | |

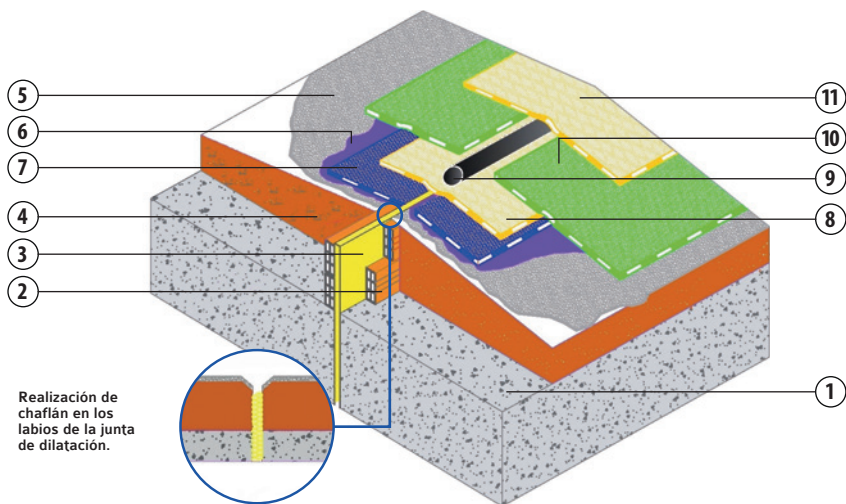
-Detalle 2- Encuentro de la impermeabilización (sistema bicapa) con los pretiles.

Descripción

En este encuentro debe asegurarse una buena adherencia entre los distintos elementos superpuestos a disponer y, además, permitir una cierta elasticidad para absorber los movimientos que se puedan producir en este punto crítico.

Primeramente, se enfoscará la cara interna del pretil formando en su parte más baja un remate en forma de ½ caña. Sobre el enfoscado y el tendido de regularización se aplicará una imprimación de betún y, posteriormente, se colocará una lámina de refuerzo perimetral (de ≈ 50 cm de ancho y centrada a ambos lados respecto a la ½ caña de mortero).

Una vez ejecutada toda la impermeabilización, la coronación de su entrega vertical (medida desde el plano de acabado de la cubierta) deberá ser como mínimo 20 cm.



Realización de chafalán en los labios de la junta de dilatación.

- | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Soporte resistente. | 5. Tendido de regularización. | 9. Obturador cilíndrico compresible. |
| 2. Maestra para formación de pendientes. | 6. Imprimación bituminosa. | 10. Lámina impermeabilizante general. |
| 3. Plancha elástica. | 7. Lámina de adherencia. | 11. Lámina de pliegue superior. |
| 4. Formación de pendientes. | 8. Lámina de pliegue inferior. | |

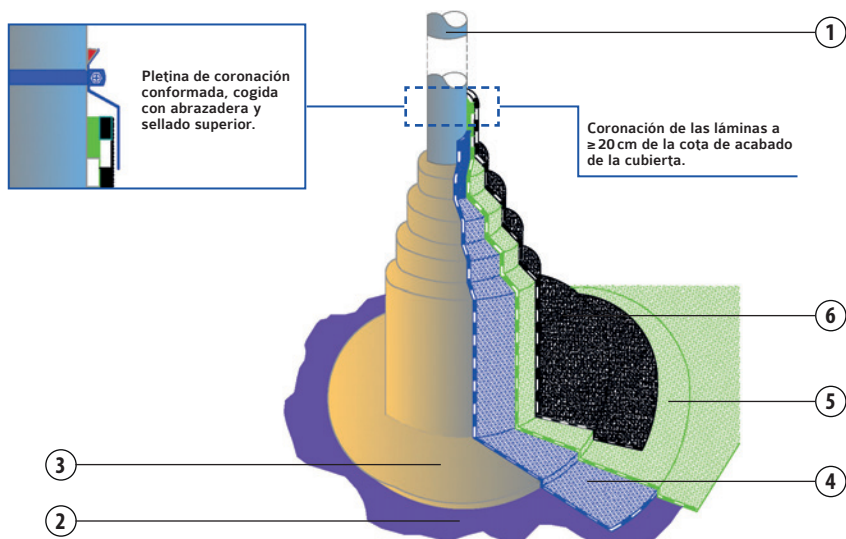
-Detalle 3- Resolución de una junta de dilatación estructural en el mismo plano que el de los faldones.

Descripción

Se trata de un detalle de resolución del encuentro de la impermeabilización con juntas de dilatación estructurales de tipo coplanar, que es la más habitual que suele llevarse a cabo. Para ello, la parte superior de los labios de la junta tiene que achaflanarse según se aprecia.

Como en todos los puntos singulares, debe aplicarse una imprimación líquida de betún sobre la base de apoyo. Se extenderá en ambos laterales de la junta y, después, se situará una lámina de refuerzo a cada lado, adhiriéndolas en toda su superficie. La plancha elástica que rellena la junta estructural (normalmente de poliestireno expandido) se prolongará hasta llegar a esta primera lámina de refuerzo (denominada lámina de adherencia).

Sobre dicha lámina de adherencia se situará otra lámina especial, la lámina de pliegue inferior (dispuesta en forma de lira), sobre la cual se dispondrá la lámina impermeabilizante general. En la doblez central de la lámina de pliegue inferior se coloca un cilindro elástico y, finalmente, se cierra este punto con la colocación de la lámina de pliegue superior.



- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Tubería o conducto. | 4. Lámina de adherencia. |
| 2. Imprimación bituminosa. | 5. Lámina impermeabilizante general. |
| 3. Pieza especial de adaptación para elementos pasantes. | 6. Lámina autoprotegida de acabado. |

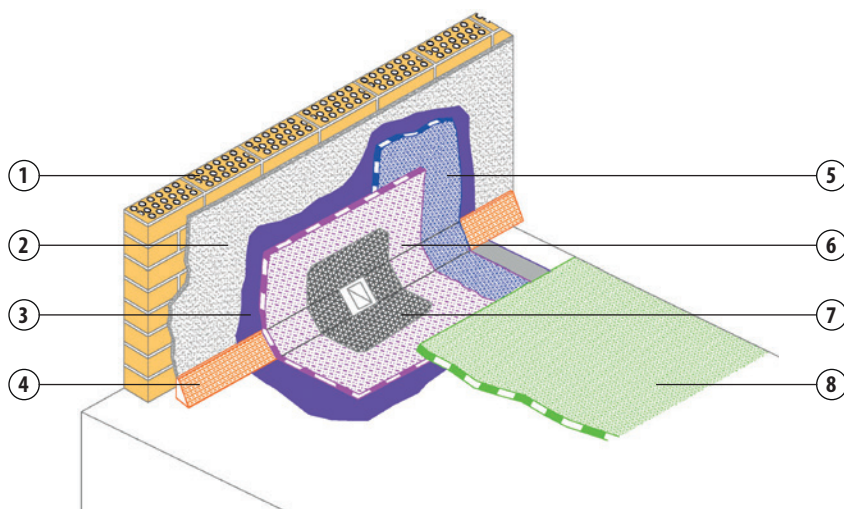
-Detalle 4- Forma de llevar a cabo un encuentro semidirecto con una tubería o conducto.

Descripción

Este encuentro se basa en la utilización de una pieza especial de adaptación (pasatubos de material compatible) para utilizar donde existan elementos pasantes. Según el diámetro del conducto o tubería existente, se cortará dicha pieza a un nivel u otro de los diferentes escalones que posee.

Será necesario conseguir que la altura de coronación de la entrega vertical de la impermeabilización (lámina general y lámina autoprotegida de acabado) esté como mínimo a 20 cm por encima del plano final de la capa de protección de la cubierta.

En el detalle aumentado que se incluye en la parte superior izquierda, se representa la fijación mecánica con una abrazadera metálica en la coronación de las láminas. Este elemento debe tener una geometría análoga a la que se representa para poder abrazar la impermeabilización, permitir su propia sujeción y admitir un sellado sobre su pestaña superior (mediante una masilla en forma de cordón perimetral).



- | | |
|---|--|
| 1. Hoja interior del pretil. | 5. Lámina de adherencia perimetral. |
| 2. Enfoscado previo del pretil. | 6. Lámina de refuerzo del punto de evacuación. |
| 3. Imprimación bituminosa. | 7. Pieza especial de evacuación. |
| 4. Listón prefabricado angular (escocia). | 8. Lámina impermeabilizante general. |

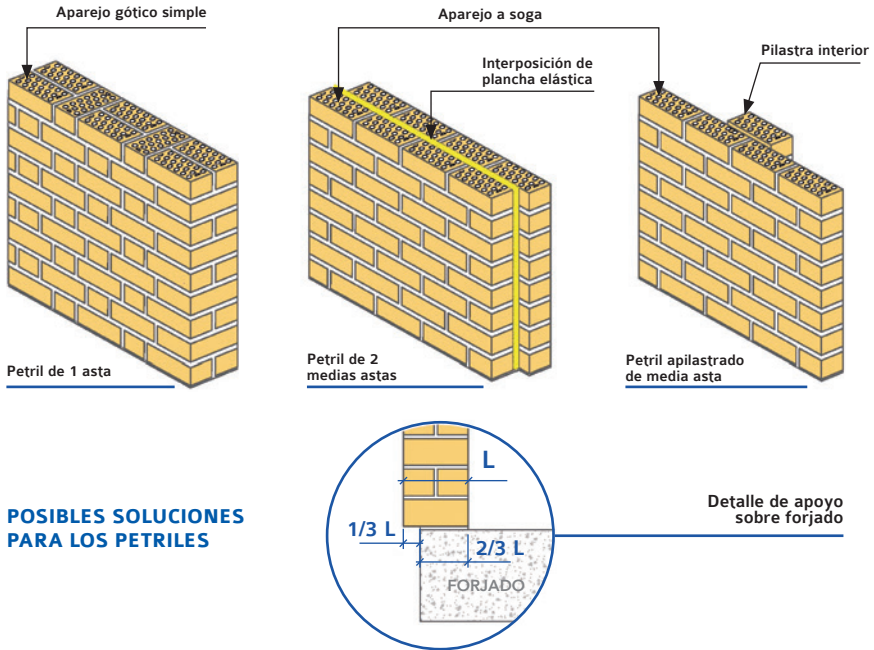
-Detalle 5- Ejecución de la impermeabilización en un punto de evacuación con salida horizontal.

Descripción

El detalle que se dibuja aquí es para resolver los puntos de evacuación con conducto de desagüe horizontal. Dentro de ellos están los sumideros que tienen su salida a través de los pretilos de la cubierta y, también, los rebosaderos (en cuyo caso estarían más altos). Estos últimos, evidentemente, son salidas de emergencia y de evacuación alternativa para cuando los que tienen que hacer su función ordinaria quedan obstruidos o no operativos.

La forma de resolución de la impermeabilización en este punto singular tiene que considerarse con un conjunto de premisas que engloban las indicaciones para los encuentros generales con los pretilos (Detalle 2, pero en sistema monocapa) y el encuentro con cazoletas y sumideros (Detalle 1).

Las piezas de evacuación a utilizar serán compatibles con las láminas bituminosas (por tanto, normalmente realizadas de EPDM o de TPE). Para asegurar una buena adherencia a la base donde se asientan y garantizar mejor la estanqueidad, deberá aplicarse la correspondiente imprimación y colocar una lámina de refuerzo específica.



POSIBLES SOLUCIONES PARA LOS PETRILES

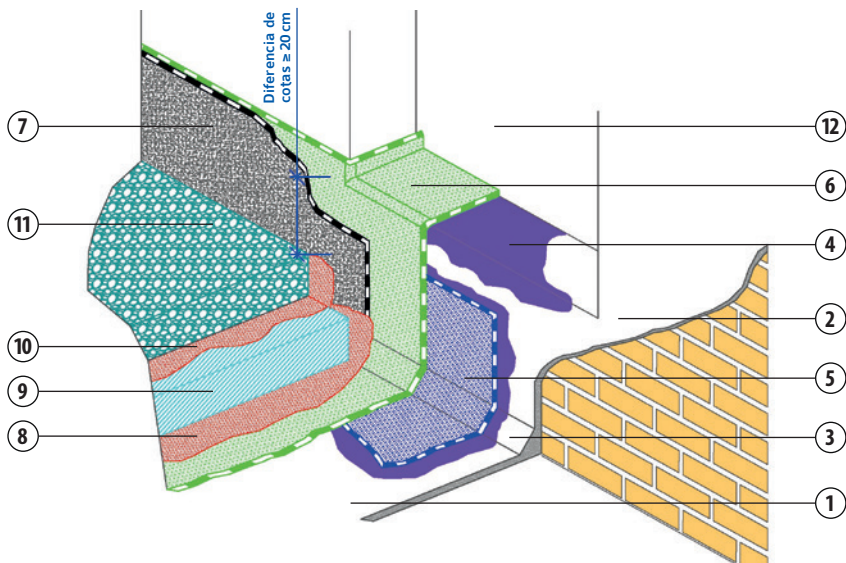
-Detalle 6- Tipologías y aparejos de los pretiles realizados con fábrica de ladrillo.

Descripción

El gráfico superior representa las distintas formas y aparejos habituales/recomendables para realizar el levante de los pretiles de cubierta. El dibujo más a la izquierda grafía una fábrica de ladrillo perforado de 1 asta o pie de espesor, con aparejo de piezas alternas a soga y a tizón. El dibujo central reproduce un pretil de fábrica de dos medios pies, separados por una plancha de material elástico (poliestireno expandido o similar), el cual -en la medida de lo posible-, es conveniente que tenga alguna llave entre las hojas de ladrillo.

Los pretiles con cierta esbeltez y ejecutados con fábricas de 1/2 pie pueden llevarse a cabo, pero los autores recomiendan que éstos vayan apiestrados, tal como se muestra en el dibujo de la derecha. No obstante, son más deseables las otras dos soluciones.

Otro aspecto a tener en cuenta es el vuelo del ladrillo respecto al frente del forjado (especialmente en las fábricas de medio pie de espesor). En este punto, deberá tenerse un cuidado especial para que dicho vuelo no exceda de 1/3 del ancho total.



- | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Tendido de regularización. | 5. Lámina de adherencia. | 9. Material aislante. |
| 2. Enfoscado de la fachada. | 6. Lámina impermeabilizante general. | 10. Geotextil superior. |
| 3. Chafán realizado con mortero. | 7. Lámina autoprotegida de acabado. | 11. Cantos rodados de río. |
| 4. Imprimitación bituminosa. | 8. Geotextil inferior. | 12. Hueco de puerta. |

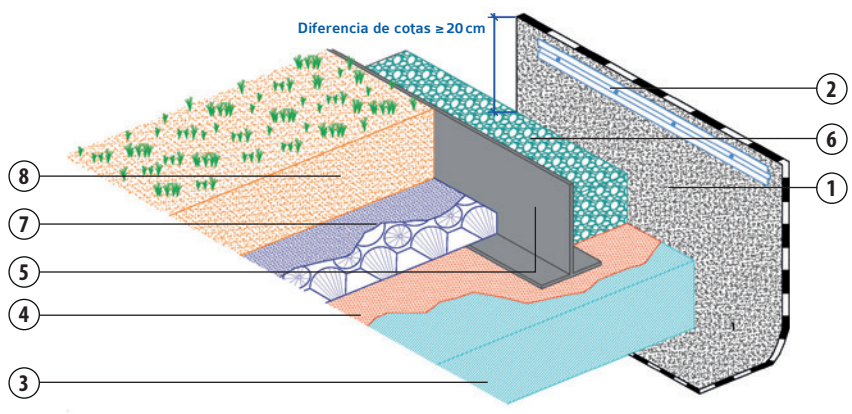
-Detalle 7- Encuentro de una cubierta plana con el umbral de una puerta de acceso.

Descripción

Este punto singular deberá resolverse de manera análoga al encuentro con los pretilos. En este caso, la lámina impermeabilizante general se prolongará por debajo del umbral de la puerta de acceso, previa aplicación de una imprimación bituminosa.

La dificultad añadida en este encuentro es la de mantener en todo momento la altura de entrega en vertical de la lámina impermeabilizante a ≥ 20 cm por encima de la cota de acabado de la cubierta.

Se observa en este detalle que el material aislante está en medio de dos capas de geotextil, siendo el superior imprescindible para separarlo de la capa de grava. El geotextil inferior y el geotextil superior normalmente pueden ser de características semejantes. En el caso de que la lámina fuera de PVC (solución no contemplada en esta monografía), el geotextil inferior podría tener un gramaje superior para asegurar la independización química con respecto al XPS.



- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Lámina autoprotegida de acabado. | 5. Pieza de contención lateral. |
| 2. Pletina y fijaciones mecánicas. | 6. Cajón perimetral de grava. |
| 3. Material aislante. | 7. Subcapas especiales. |
| 4. Geotextil superior. | 8. Sustrato y vegetación. |

-Detalle 8 Disposición de materiales y elementos en el perímetro de una cubierta ajardinada.

Descripción

Se representan en este detalle los elementos y materiales que componen una cubierta ajardinada en el tramo de transición con los paramentos verticales; especialmente pretilos y paredes anexas, pero también de aplicación con otros puntos singulares emergentes como chimeneas.

La lámina de adherencia perimetral, la lámina general y la lámina autoprotegida de acabado, se disponen como en cualquier cubierta plana invertida descrita en detalles anteriores.

Una de las peculiaridades de esta variante constructiva es que superiormente al material aislante se disponen un conjunto de subcapas especiales compuestas de materiales específicos con funciones de filtración, drenaje, retención y protección antirraíces.

A este tipo de cubierta conviene efectuarle una zanja o cajón perimetral de grava del mismo espesor que el sustrato vegetal y separado de éste mediante la colocación de una pieza de contención lateral (en forma de L o de T invertida), fabricada con un material no oxidable ni corrosible. Puede evaluarse envolver dicho cajón de grava con un geotextil, evitando así más eficazmente las colmataciones y protegiendo adicionalmente a la entrega vertical de la impermeabilización (este geotextil no se ha representado en el detalle constructivo).

AUTORES

MANUEL JESÚS CARRETERO AYUSO

Arquitecto Técnico

Ingeniero de Edificación

Máster en Facility BIM Manager

Máster en Energética de Edificación

Máster de Investigación en Ingeniería y Arquitectura

Doctor en Ingeniería Gráfica, Geomática y de Proyectos



El autor, nacido en Extremadura, se define como un hombre perseverante, al que le encanta la construcción y que vive con pasión el mundo de la arquitectura técnica. Su experiencia laboral, de más de 30 años, la ha llevado a cabo en distintos ámbitos.

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

En el ámbito de la docencia, como profesor de la Universidad de Extremadura (dentro del Grado de Edificación), como profesor de la Universidad de Sevilla (en diversas titulaciones del área de las ingenierías industriales), como profesor de la Universidad de Alcalá (dentro del Grado de Arquitectura Técnica y Edificación) y como profesor de Enseñanza Secundaria en el G.S. de Proyectos de Edificación y Obra Civil. Dentro del ámbito de la profesión liberal, dirigiendo y coordinando obras de distinta naturaleza.

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

Actualmente es asesor científico e investigador de la Fundación Musaat, siendo también el responsable de la dirección técnica del programa de estudios patológicos.

Entre las publicaciones en las que ha participado para la Fundación Musaat, cabe destacar:

- Documentos de Orientación Técnica en Cubiertas
- Documentos de Orientación Técnica en Fachadas.
- Documentos de Orientación Técnica en Particiones.
- Documentos de Orientación Técnica en Estructuras I (Capítulo 9).
- Guía de análisis del proyecto para la dirección de la ejecución de obra.
- Análisis Estadístico Nacional sobre Patologías en la Edificación (I, II y III).
- Estudio de Daños en Cubiertas Planas.
- Colección Biblioteca de Técnicos Noveles sobre procesos constructivos (Monografía 1: fachada de ladrillo enfoscada, con cámara de aire ventilada, aislamiento rígido y tabique interior; Monografía 2: Cubierta inclinada de teja cerámica sobre tabiquillos aligerados y aislamiento de lana de vidrio y Monografía 3: Tabiquería autoportante de placas de yeso laminado con aislamiento interior de lana de roca).

De igual manera, es coautor de los manuales de prevención de patologías constructivas editados por la Dirección General de Arquitectura de la Junta de Extremadura.

Ha redactado artículos relacionados con el control de calidad, estructuras, fachadas, cubiertas, etc., habiendo intervenido también en cursos, jornadas técnicas y congresos.

Es autor de múltiples artículos científicos de investigación internacional en el ámbito de la edificación, publicados en Europa y América.

EMILIO CORZO GÓMEZ

Arquitecto Técnico
Ingeniero de Edificación



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

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

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

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

Es coautor de varias ‘Cartillas gráficas para la prevención de patologías constructivas’ publicadas por la Junta de Extremadura, así como de todas las monografías de esta colección de Biblioteca de Técnicos Noveles.

Comentario para el lector:

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

FUNDACIÓN
musaat

GRUPO
musaat

serie CUBIERTAS

COLECCIÓN

BTN

ISBN: 978-84-09-36848-8



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