





INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA C/ Serrano Galvache nº 4. 28033 Madrid TEL (34) 91 3020440 FAX (34) 91 3020700 www.ietcc.csic.es



## **DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: Nº 550R/16**

Área genérica / Uso previsto:

Sistemas de impermeabilización con láminas asfálticas de betún modificado para cubiertas con pendiente cero

Nombre comercial:

Beneficiario:

Sede Social:

Lugar de fabricación:

Validez. Desde: Hasta:

**ESTERDAN** pendiente CERO

DERIVADOS ASFALTICOS NORMALIZADOS, S.A. (DANOSA)

C/ La Granja nº 3. 28108 ALCOBENDAS (Madrid). España Telf. (+34) 916586850 – Fax (+34) 916525766 www.danosa.com

Polígono Industrial, Sector 9 19290 FONTANAR (Guadalajara). España Telf. (+34) 949888210

01 de Enero de 2016 01 de Enero de 2021 (Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 31 páginas



#### MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÉMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION EUROPEAN UNION OF AGREMENT EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN

#### **MUY IMPORTANTE**

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DIT) constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico. No tiene, por sí mismo, ningún efecto administrativo, ni representa autorización de uso, ni garantía.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere este Documento, es preciso el conocimiento íntegro del mismo, por lo que éste deberá ser suministrado por el titular, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

C.D.U.: 699.82 y 691.115
Sistemas de impermeabilización y aislamiento térmico de cubiertas
Systèmes d'étanchéité et isolation thermique pour toitures
Waterproofing and thermal insulation systems for roofs

### **DECISIÓN NÚM. 550R/16**

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto número 3652, de 26 de diciembre de 1963, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden número 1265/1998, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre la conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28/10/1998,
- considerando la solicitud presentada por la Empresa DERIVADOS ASFÁLTICOS NORMALIZADOS, S.A. (DANOSA), para la renovación del DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA nº 550/10 para distintos sistemas de impermeabilización de cubiertas con pendiente cero denominados ESTERDAN PENDIENTE CERO,
- teniendo en cuenta los informes y resultados de los ensayos presentados por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja; así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos en sesión celebrada el 30 de noviembre de 2015,

## **DECIDE:**

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 550/10, al **Sistema de impermeabilización de cubiertas con pendiente cero denominado ESTERDAN pendiente CERO**, considerando que,

La evaluación técnica realizada permite concluir que este Sistema es **CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN**, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

#### **CONDICIONES GENERALES**

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente los sistemas constructivos propuestos por el beneficiario, debiendo para cada caso, y de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto de edificación y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente. Será el proyecto de edificación el que contemple en cada caso las acciones que los sistemas transmiten a la estructura general del edificio, asegurando que éstas son admisibles. En cada caso el beneficiario, a la vista del proyecto arquitectónico de la cubierta realizado por el arquitecto autor del proyecto proporcionará la asistencia técnica suficiente sobre los sistemas (al menos la entrega de este DIT), de modo que permita el cálculo y la suficiente definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

Opcionalmente, el proyecto técnico de la cubierta podrá ser suministrado por el beneficiario, donde se justificará el cumplimiento de la normativa en vigor, aportando la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica necesaria para definir el proyecto. En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en la normativa vigente; en particular, como recordatorio se cita el CTE.

#### CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

La presente evaluación técnica es válida siempre que se mantengan las características de identificación del producto y que el fabricante realice un control sistemático sobre la homogeneidad del mismo, conforme a las exigencias definidas en el presente DIT y las condiciones establecidas en el **Reglamento de Seguimiento para la concesión y tramitación del DIT** de 28 de octubre de 1998.

#### CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Los sistemas ESTERDAN pendiente CERO evaluados en el presente DIT están previstos para la resolución de cubiertas planas de edificación, para obra nueva y rehabilitación, de todo tipo de edificios, en las condiciones de uso y mantenimiento especificadas en el Informe Técnico. Estos sistemas no contribuyen a la estabilidad de la edificación. La puesta en obra de estos sistemas deberá realizarse por operarios cualificados por el beneficiario y bajo la asistencia técnica del mismo. Dichas empresas asegurarán que la utilización de los sistemas se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento y respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. En particular asegurarán la utilización de piezas especiales para puntos singulares, la aplicación de las normas adecuadas de ejecución, el control riguroso de la calidad de los solapos de las láminas y la realización de la prueba de estanguidad al agua.

Una copia del listado actualizado de las empresas instaladoras reconocidas, estará disponible a petición del IETcc. Por tanto quedarán amparadas las condiciones de ejecución de aquellas obras donde se respete lo especificado en el presente Documento y hayan sido además certificadas por el instalador. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo, y en particular para cada obra, las especificaciones indicadas en el Plan de Seguridad y Salud.

#### **VALIDEZ**

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 550R/16 es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica plus,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes,

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT plus, para darle validez. Este Documento deberá renovarse antes del 01 de enero de 2021.

Madrid, 12 de enero de 2016

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA

## **INFORME TÉCNICO**

#### 1. OBJETO

Los sistemas "ESTERDAN pendiente CERO" están destinados a la impermeabilización con láminas de betún modificado y al aislamiento térmico de cubiertas planas de edificación, con o sin capa de formación de pendientes, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

Este producto ha sido evaluado para su uso en cubiertas planas con pendiente ≥ 0%, con o sin aislamiento<sup>1</sup>, lastradas o ajardinadas y para pendientes ≥1% autoprotegidas y vistas presentando las siguientes soluciones:

- ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con PAVIMENTO: Cubierta plana invertida¹ transitable de pendiente 0%≤ P ≤5%, de uso público o privado².
- ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con DANOLOSA: Cubierta plana invertida transitable de pendiente 0%≤ P ≤5%, de uso privado o técnico.
- ESTERDAN PENDIENTE CERO no transitable con GRAVA: Cubierta plana invertida no transitable de pendiente 0%≤ P ≤5%.
- ESTERDAN AUTOPROTEGIDA no transitable: Cubierta plana no transitable (solo mantenimiento) de pendiente 1%≤ P ≤15%.
- ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA INTENSIVA: Cubierta plana ajardinada intensiva de pendiente 0%≤ P ≤5%.
- ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA EXTENSIVA (ECOLÓGICA): Cubierta plana ajardinada extensiva de pendiente 0%≤ P ≤5%.

La evaluación del sistema completo se basa en que todos los componentes empleados cumplen con las características recogidas en el punto 2.

### 2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Los componentes principales de los sistemas indicados en el punto 1, en función del su orden de colocación, son:

Capa auxiliar separadora<sup>3</sup>: Geotextil DANOFELT PY 150.

Imprimación bituminosa<sup>4</sup>: CURIDAN, IMPRIDAN 100, MAXDAN o MAXDAN CAUCHO.

**Membrana impermeabilizante**. En función del tipo de solución y de la pendiente:

<sup>1</sup> Las necesidades de aislamiento térmico vendrán definidas según proyecto, respondiendo a los requisitos mínimos expuestos en el DB HE del CTE.

<sup>2</sup> En caso de rampas no existe limitación de pendiente, según establece el DB

En caso de rampas no existe limitación de pendiente, según establece el DB HS1 del CTE.
 La lámina geotextil DANOFELT PY 150 se utiliza en sistemas no adheridos,

ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con Pavimento o DANOLOSA o no transitable con grava:

Membrana monocapa (adherida o no adherida al soporte), pendiente ≥ 0%:

- Lámina ESTERDAN 48 P ELAST.
- Lámina ESTERDAN 48 P POL.

Membrana bicapa (adherida o no adherida al soporte), pendiente  $\geq 0\%$ :

- Lámina superior principal: ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P POL.
- Lámina inferior: GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL.

Membrana monocapa (adherida o no adherida al soporte), pendiente  $\geq 1\%$ :

- Lámina ESTERDAN 40 P ELAST.
- Lámina ESTERDAN 40 P POL.

#### **ESTERDAN AUTOPROTEGIDA no transitable:**

Membrana bicapa (adherida soporte), pendiente ≥ 1%:

- Lámina superior principal: ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST o ESTERDAN 40 GP POL.
- Lámina inferior: GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL.

Membrana monocapa (adherida al soporte), pendiente ≥ 1%:

- Lámina: ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST.
- Lámina: ESTERDAN 50 GP POL.

# ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA INTENSIVA:

Membrana bicapa (adherida al soporte), pendiente ≥ 0%:

- Lámina superior principal: ESTERDAN PLUS
   50 GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN
   50 GP POL VERDE JARDIN.
- Lámina inferior: GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL.

Membrana monocapa (adherida al soporte), pendiente  $\geq 1\%$ :

- Lâmina: ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN, o
- Lâmina: ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN.

## ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA EXTENSIVA (ECOLÓGICA):

Membrana bicapa (adherida al soporte), pendiente ≥ 0%:

- Lámina superior principal: ESTERDAN PLUS
   50 GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN
   50 GP POL VERDE JARDIN.
- Lámina inferior: GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL.

Membrana monocapa (adherida al soporte), pendiente  $\geq$  1%:

- Lámina: ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN.
- Lámina: ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN.

La lamina geotextil DANOFELT PY 150 se utiliza en sistemas no adheridossiempre que se quiera mejorar la independencia entre soporte e impermeabilización. Cuando se quiera separar materiales químicamente incompatibles, se utilizará una lámina geotextil DANOFELT PY 300.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> La imprimación se utiliza en sistemas adheridos como capa de preparación del soporte para facilitar la adherencia de la impermeabilización al mismo. No se utiliza en caso de que el soporte sea un aislamiento térmico.

**Capa auxiliar separadora.** Geotextil DANOFELT PY 150<sup>5</sup> situado entre membrana impermeabilizante y aislamiento térmico de XPS.

**Aislamiento térmico**<sup>6</sup>: DANOPREN<sup>7</sup> panel de poliestireno extruído (XPS).

Capa auxiliar separadora Geotextil DANOFELT PY 200. Situada entre el aislamiento térmico XPS y la protección (pavimento, grava, etc.).

Protección pesada. Dependiendo del sistema:

<u>ESTERDAN PENDIENTE cero transitable con</u> <u>PAVIMENTO</u> (Fig. 13.1.1): se remata con un pavimento.

ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con DANOLOSA (Fig. 13.1.2): se remata con DANOLOSA. En este caso solamente se dispondrá una capa geotextil DANOFELT PY 200. Esta capa geotextil se dispondrá entre la impermeabilización y el aislamiento térmico o entre la impermeabilización y la DANOLOSA, en caso de no ser necesario el panel de aislamiento térmico.

ESTERDAN PENDIENTE CERO no transitable con GRAVA (Fig. 13.1.3): se remata con grava y pasillo técnico (DANOLOSA).

ESTERDAN AUTOPROTEGIDA no transitable (Fig.13.1.4): esta solución es vista, por lo que no es necesaria la colocación de ninguna protección ni lastre, excepto los posibles pasillos técnicos de mantenimiento:

- Pasillo técnico: DANOLOSA.
- Pasillo técnico: Lámina ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST o ESTERDAN 50 GP POL o ESTERDAN PASILLOS TECNICOS de color diferente a la lámina autoprotegida.

# ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA INTENSIVA (Fig. 13.1.5):

- Opción 1: Capa filtrante y drenante: Lámina DANODREN JARDÍN.
- Opción 2: Capa filtrante y drenante: Baldosa DANOLOSA y DANOFELT PY 200.

En el caso que no sea necesario la utilización de un aislamiento térmico adicional, los dos últimos elementos (aislamiento DANOPREN y capa geotextil DANOFELT PY 200) no se incorporarán al sistema. Se rematan con tierra vegetal y vegetación y Pasillo técnico: DANOLOSA.

## ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA EXTENSIVA (ECOLÓGICA) (Fig.13.1.6):

- Capa retenedora de agua: DANODREN R-20.

<sup>5</sup> DANOFELT PY 150 se utiliza como capa auxiliar separadora entre la membrana impermeabilizante y el XPS DANOPREN en caso de querer mejorarse la separación entre ambos materiales. En el caso de no ser necesario colocar aislamiento térmico DANOPREN, no se colocará esta capa geotextil DANOFELT PY 150.

<sup>6</sup> Puede no ser necesario colocar este aislamiento en función de las indicaciones reflejadas en el ODB HE del CTE

- Capa separadora, filtrante: DANOFELT PY 200.
- Sustrato vegetal, roca volcánica (opcional) y vegetación.
- Pasillo técnico: DANOLOSA.

En el anexo 1, se recoge un esquema de todos los componentes de los sistemas.

#### 3. COMPONENTES DEL SISTEMA

Las características de los componentes del sistema han sido facilitadas por el fabricante.

#### 3.1 Láminas impermeabilizantes

Láminas asfálticas de betún modificado con polímeros<sup>8</sup>, con marcado CE según anejo ZA: UNE-EN 13707.

### Láminas de Sistemas bicapa

GLASDAN 30 P ELAST y GLASDAN 40 P ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS de 3 y 4 kg/m² (respectivamente), plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de fibra de vidrio.

GLASDAN 30 P POL: lámina de betún modificado con plastómero (APP) de 3 kg/m², plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de fibra de vidrio.

GLASDAN 40 P ELAST en los sistemas bicapa puede sustituir a GLASDAN 30 P ELAST.

ESTERDAN 30 P ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS de 3 kg/m²-, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido.

ESTERDAN 30 P POL: lámina de betún modificado con plastómero de 3 kg/m² plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster reforzado.

ESTERDAN 30 P ELAST y ESTERDAN 30 P POL en los sistemas bicapa pueden sustituir a GLASDAN 30 P ELAST y GLASDAN 30 P POL (respectivamente).

ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS de 4 kg/m², plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con armadura de fieltro de poliéster reforzado.

<u>ESTERDAN 40 GP POL</u>: lámina de betún modificado con plastómero de 4 kg/m², plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con armadura de fieltro de poliéster reforzado.

ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN: lámina de betún modificado con elastómero SBS de 5 kg/m², plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con tratamiento antiraíz, con armadura de fieltro de poliéster reforzado.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> En el caso de utilización de DANOLOSA, sólo necesario en caso de requerirse mayores espesores de aislamiento térmico, en función del DB HE o por consideraciones de proyecto.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Las armaduras utilizadas son de gramaje inferior a 250 g/m<sup>2</sup>.

En el caso de cubiertas no ajardinas y en las que pueda requerirse una membrana impermeabilizante resistente a las raíces, esta lámina puede sustituir en los sistemas bicapa a ESTERDAN 30 P ELAST y ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST y en sistema monocapa a ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST.

ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN: lámina de betún modificado con plastómero de 5 kg/m², plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con tratamiento anti-raíz, con armadura de fieltro de poliéster reforzado.

En el caso de cubiertas no ajardinas y en las que pueda requerirse una membrana impermeabilizante resistente a las raíces, esta lámina puede sustituir en los sistemas bicapa a las láminas ESTERDAN 30 P POL y ESTERDAN 40 GP POL y en sistema monocapa a ESTERDAN 50 GP POL.

Sus características se recogen en la Tabla 1.

#### Láminas de Sistemas monocapa

ESTERDAN 40 P ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido, de 4 kg/m². Esta lámina en sistemas bicapa puede sustituir a GLASDAN 30 P ELAST y ESTERDAN 30 P ELAST.

ESTERDAN 40 P POL: lámina de betún modificado con plastómero, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster reforzado, de 4 kg/m². Esta lámina en sistema bicapa puede sustituir a GLASDAN 30 P POL y ESTERDAN 30 P POL.

ESTERDAN 48 P ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido, de 4,8 kg/m². Esta lámina puede sustituir en sistema monocapa a ESTERDAN 40 P ELAST y en sistema bicapa a ESTERDAN 30 P ELAST.

ESTERDAN 48 P POL: lámina de betún modificado con plastómero, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster reforzado, de 4,8 kg/m². Esta lámina puede sustituir en sistema monocapa a ESTERDAN 40 P POL y en sistema bicapa a ESTERDAN 30 P POL.

ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS, plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con armadura de fieltro de poliéster reforzado, de 5 kg/m². Esta lámina puede sustituir en sistema bicapa a ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST.

ESTERDAN 50 GP POL: lámina de betún modificado con plastómero, plastificada por la cara superior y autoprotegida superiormente, con armadura de fieltro de poliéster reforzado, de 5 kg/m². Esta lámina puede sustituir en sistema bicapa a ESTERDAN 40 GP POL.

POLYDAN 180-48 P ELAST: lámina de betún modificado con elastómero SBS, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido de gran gramaje, de 4,8 kg/m². Esta lámina puede sustituir en sistema monocapa a ESTERDAN 40 P ELAST y ESTERDAN 48 P ELAST y en sistema bicapa a ESTERDAN 30 P ELAST.

Las características de estas láminas se pueden ver en la Tabla 2.

#### 3.2 DANOLOSA

DANOLOSA es una baldosa aislante y filtrante constituida por un pavimento de hormigón poroso, que actúa como protección mecánica de una base aislante de poliestireno extruído (XPS), resultando una superficie practicable, resistente y aislada térmicamente (Fig. 13.2).

Esta baldosa protege, las membranas impermeabilizantes de daños mecánicos, tensiones producidas por el viento y variaciones de temperatura de la cubierta.

Su uso como pasillos técnicos en cubiertas de grava permite un fácil acceso a las instalaciones, proporcionando a su vez, un espacio útil donde realizar los posibles mantenimientos.

Dependiendo de la demanda energética de la zona pueden disponerse de distintos espesores de XPS<sup>9</sup>, así como de distintos colores de acabado. Sus características se recogen en la Tabla 3.

#### 3.3 Capas auxiliares

Lámina drenante DANODREN JARDIN. La lámina drenante de nódulos, fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD) de color verde, unida por termofusión a un geotextil. Se utiliza como parte del sistema de impermeabilización y drenaje de cubiertas ajardinadas intensivas. Sus características se recogen en la tabla 4.

El geotextil de PP empleado en esta lámina drenante, dispone del marcado CE conforme a los anejos ZA de UNE-EN 13249 a la 13257.

Geotextil DANOFELT PY 150/200. Geotextil de poliéster punzonado, empleado como capa auxiliar que se intercala entre dos capas del sistema de impermeabilización para cumplir alguna de las siguientes funciones: antipunzonante, separadora, filtrante y drenante.

Dispone de marcado CE según el anejo ZA de la norma UNE-EN 13265: 2001. Sus características se recogen en la Tabla 5:

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Conforme al anejo ZA. de la norma UNE-EN 13164:2009 Productos aislantes térmicos para ampliaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno extruído (XPS). Especificaciones.

Tabla 1. Características de las láminas superior e inferior de sistemas bicapa

| Prestaciones                     | GLASDAN<br>30 P<br>ELAST | GLASDAN<br>30 P POL | GLASDAN 40<br>P ELAST       | ESTERDAN<br>30 P ELAST | ESTERDAN<br>30 P POL | ESTERDAN<br>PLUS 40<br>GP ELAST | ESTERDAN<br>40 GP POL | ESTERDAN<br>PLUS 50 GP<br>ELAST VERDE<br>JARDIN | ESTERDAN 50<br>SP POL VERDE<br>JARDIN | UNE-<br>EN |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|---|---------------------------------------|------------|
| Largo x ancho (m)                | 12                       | x1                  | 10x1                        | 12                     | x1                   | 10                              | x1                    | 8)  | <b>&lt;</b> 1                         | -          |
| Gramaje Kg/m²)                   | 3,0 (-5%                 | %, <b>+</b> 10%)    | 4,0 (-5, +10%)              | 3,0 (-5%               | , +10%)              | 4,0 (-5%                        | , +10%)               | 5,0 (-5%  | , +10%)                               | -          |
| Comportamiento fuego externo     |                          | Broof(t1)           |                             |                        |                      |                                 | 1187;<br>13501-5      |   |                                       |            |
| Reacción al fuego                |                          |                     |                             |                        | E                    |                                 |                       |   |                                       | 11925-2    |
| Estanquidad al agua              |                          |                     |                             |                        | Pasa                 |                                 |                       |   |                                       | 1928       |
| R. tracción L (N/5cm)            | 350 :                    | ± 100               | 500 ± 100                   |                        |                      | 7                               | 00 ± 200              |   |                                       | 12311-1    |
| R. tracción T N/5cm)             | 250 :                    | ± 100               | $400 \pm 100$ $450 \pm 150$ |                        |                      |                                 | 12311-1               |   |                                       |            |
| Elongación L/T (%)               | PND 45 ±15               |                     |                             |                        |                      | 12311-1                         |                       |   |                                       |            |
| R. raíces                        | No Pasa Pasa             |                     |                             | sa                     | 13948                |                                 |                       |   |                                       |            |
| R. carga estática (Kg)           |                          | PND >15             |                             |                        |                      | 12730                           |                       |   |                                       |            |
| R. al impacto (mm)               |                          | PND                 |                             | >900 >1000             |                      |                                 | 000                   | 12691   |                                       |            |
| R. desgarro L/T (N)              |                          |                     | PND                         |                        |                      |                                 |                       | 12310-1   |                                       |            |
| R. pelado de juntas              |                          |                     |                             |                        | PND                  |                                 |                       |   |                                       | 12316-1    |
| R. cizalla junta (N/5cm)         | PI                       | ND                  | 400 ± 100                   |                        |                      |                                 | 150 ±150              |   |                                       | 12317-1    |
| Flexibilidad bajas T             |                          |                     |                             |                        | < -15°C              |                                 |                       |   |                                       | 1109       |
| Factor de resistencia<br>humedad | 100                      | .000                | 20.000                      |                        |                      |                                 | 1931                  |   |                                       |            |
| Durabilidad flexibilidad         |                          |                     | -5 ± 5 °C                   |                        |                      | 1109                            |                       |   |                                       |            |
| Durabilidad fluencia<br>(°C)     | 100 ±10                  | 120 ±10             | 100 ±10                     | 100 ±10                | 120 ±10              | 100 ±10                         | 120 ±10               | 100 ±10   | 120 ±10                               | 1110       |
| R. fluencia altas T(°C)          | 100                      | 130                 | 100                         | 100                    | 130                  | 100                             | 130                   | 100   | 130                                   | 1110       |
| Estabilidad L/T(%)               |                          | PND                 | •                           | < 0                    | 0.6                  |                                 | •                     | < 0.3   |                                       | 1107-1     |

Tabla 2. Características de las láminas plastificadas y autoprotegidas de sistemas monocapa

| Prestaciones                           | ESTERDAN<br>40 P<br>ELAST | ESTERDAN<br>40 P POL | ESTERDAN<br>48 P ELAST | ESTERDAN<br>48 P POL | POLYDAN<br>180-48 P<br>ELAST | ESTERDAN<br>PLUS 50 GP<br>ELAST | ESTERDAN<br>50 GP POL | UNE-EN              |
|--|---------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Largo x ancho (m)                      | 10                        | )x1                  |                        |                      | 8x1                          |                                 |                       | -                   |
| Gramaje (Kg/m²)                        | 4,0 (-5%                  | k, +10%)             | 4                      | 4,8 (-5%, +10%       | )                            | 5,0 (-5%                        | ś, +10%)              | -                   |
| Comportamiento frente fuego externo    |                           |                      |                        | Broof(t              | 1)                           |                                 |                       | 1187; 3501-5        |
| Reacción al fuego                      |                           |                      |                        | Е                    |                              |                                 |                       | 11925-2;<br>13501-1 |
| Estanquidad al agua                    |                           |                      |                        | Pasa                 | ı                            |                                 |                       | 1928                |
| R. tracción L (N/5cm)                  |                           | 700                  | ± 200                  |                      | 900 ± 250                    | 700                             | ± 200                 | 12311-1             |
| R. tracción T (N/5cm)                  |                           | 450 ± 150            |                        |                      | 650 ± 250                    | 450 ± 150                       |                       | 12311-1             |
| Elongación L/T (%)                     |                           | 45 ±15               |                        |                      |                              |                                 | 12311-1               |                     |
| R. penetración de raíces               |                           | No Pasa              |                        |                      |                              |                                 |                       | 13948               |
| R. carga estática (Kg)                 |                           | >                    | <b>-</b> 15            |                      | >20                          | >                               | 15                    | 12730               |
| R. al impacto (mm)                     |                           | >1                   | 1000                   |                      | >1500                        | >1500 >1000                     |                       | 12691               |
| R. desgarro L/T (N)                    |                           |                      |                        | PND                  | ID                           |                                 |                       | 12310-1             |
| R. pelado de juntas                    |                           |                      |                        | PND                  | PND                          |                                 |                       | 12316-1             |
| R. cizalla junta (N/5cm)               |                           | 450                  | ± 150                  |                      | 650 ± 250                    | 450                             | ± 150                 | 12317-1             |
| Flexibilidad a bajas temperaturas (°C) |                           |                      |                        | < -15                |                              |                                 | 1109                  |                     |
| Factor de resistencia a la humedad     |                           | 20.000               |                        |                      |                              |                                 | 1931                  |                     |
| Durabilidad flexibilidad °C)           |                           | -5±5                 |                        |                      |                              |                                 | 1109                  |                     |
| Durabilidad fluencia (°C)              | 100 ±10                   | 120 ±10              | 100 ±10                | 120 ±10              | 100 ±10                      | 100 ±10                         | 120 ±10               | 1110                |
| R. fluencia a altas T(°C)              | 100                       | 130                  | 100                    | 130                  | 100                          | 100                             | 130                   | 1110                |
| Estabilidad L/T(%)                     | < 0.6                     | < 0.6                | < 0.6                  | < 0.6                | < 0.5                        | < 0.3                           | < 0.3                 | 1107-1              |

Pasa = Positivo o correcto No pasa = Negativo PND = Prestación no determinada
El ensayo de envejecimiento se realiza en estufa con convención de aire a 70°C durante seis meses.

Tabla 4. Características del DANODREN JARDIÍN

| Características                       | DANODREN JARDIN | UNE- EN        |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|
| Nº de nódulos                         | 1907            | =              |
| Resistencia compresión (kN/m²)        | ≥ 200           | 604            |
| Resistencia tracción L/T (KN/m)       | >15 / >11       | 10319          |
| Alargamiento en rotura (%)            | >25             | 10319          |
| R. punzonamiento estático (KN)        | 2,3             | 12236          |
| R. punzonamiento dinámico (cono) (mm) | 8,6             | ISO 13433:2007 |
| Capacidad de drenaje, (l/s.m)         | 5               | •              |
| Resistencia de temperaturas (°C)      | -30 a 80        | -              |

Tabla 3. Características de la DANOLOSA

| Tabla 3. Características de la DANOLOSA          |   |                    |  |  |  |
|--|---|--------------------|--|--|--|
|  | DANOLOSA                                  |                    |  |  |  |
| Dimensiones (mr                                  | 500 x 500 (±1)                            |                    |  |  |  |
| Masa (kg)  |   | 16.5 (±1)          |  |  |  |
| Espesor total (mn                                | n) <sup>8</sup>                           | 75-85-95(± 4 %     |  |  |  |
| Rotura Flexión (MPa)(UN                          |   | ≥ 3,5              |  |  |  |
| R. compresión 28 día<br>(carga concentrada Ø     |   | ≥ 30               |  |  |  |
| R. compresión (MPa) al 5                         | •   | 0.34 /0,35 /0,4    |  |  |  |
| Comportamiento a un fue                          | go externo                                | Broof (t1)         |  |  |  |
| Tracción entre capas a 28                        | días (MPa)                                | ≥ 0.08             |  |  |  |
| Resistencia impacto 10                           | J (Ømm)                                   | ≤13                |  |  |  |
| Resistencia a carga punto                        | ual (250 N)                               | Sin defectos       |  |  |  |
| Características                                  | s de la base de X                         | PS                 |  |  |  |
| Espesor <sup>10</sup> (mm                        | )   | 40-50-60 (± 1)     |  |  |  |
| Dimensiones: Largo x an                          | icho (mm)                                 | 500 x 500 (±2)     |  |  |  |
| Densidad de poliestireno ext                     | Densidad de poliestireno extruído (kg/m³) |                    |  |  |  |
| Reacción al fueg                                 | jo  | E                  |  |  |  |
| Conductividad térmica λ[                         | 0,034                                     |                    |  |  |  |
| Estabilidad dimensional 70°C,                    | ≤ 5 %                                     |                    |  |  |  |
| R compresión al 10% del                          | ≥ 300                                     |                    |  |  |  |
| Deformación bajo carga 40kl                      | Pa.70ºC.168h                              | < 5 %              |  |  |  |
| Absorción agua largo plazo i                     | nmersión 28 d                             | ≤ 0,7 %            |  |  |  |
| Fluencia compresión 50 kPa                       | Dism. Esp (%)                             | <2%                |  |  |  |
| (25 años)  | Fluencia (%)                              | >CC(2/1,5/25)50    |  |  |  |
| Absorción de Agua por c<br>Esp ≤ 50 mm / 50-60 / |   | ≤ 3, / ≤ 2,7 / 1,5 |  |  |  |
| Hormi  | gón poroso                                |                    |  |  |  |
| Espesor (mm)                                     |   | 35 (± 3)           |  |  |  |
| Dimensiones: Largo x an                          | 490 x 490 (±1)                            |                    |  |  |  |
| Reacción al fueg                                 | Α   |                    |  |  |  |
| Carga a rotura (KN) UNE                          | 1,6                                       |                    |  |  |  |
|  | Resistencia a flexión (MPa) UNE-EN 1339   |                    |  |  |  |
| R.compresión (MPa)<br>EN 12390-3:                | 3 /21 /28d                                | 9,4 / 12,5 /20     |  |  |  |
| Porosidad poros interco                          | nectados                                  | 20                 |  |  |  |

Tabla 5. Características del DANOFELT PY

| Características                                | DANOFEL<br>T PY 150                              | DANOFELT<br>PY 200                               | UNE EN         |
|--|--|--|----------------|
| Masa (g/m²)                                    | 150 ± 10   | 200 ± 10   | 9864           |
| Espesor 2kPa (mm)                              | 1,90 ±0.20                                       | 2,10 ±0,20                                       | 9863           |
| R.tracción L/T (kN/m)                          | 1,2 -0,3   | 2,0 -0,3   | 10319          |
| Elongación L (%)                               | 90 ±30   | 90 ±30   | 10319          |
| Elongación T (%)                               | 80 ±30   | 80 ±30   | 10319          |
| Punzonamiento estático<br>(CBR) (kN)           | 0,3 -0,1   | 0,4 -0,2   | 12236          |
| Perforación dinámica (caída cono) (mm)         | 40 +5  | 27 +3  | 13433:<br>2007 |
| Permeabilidad agua (m/s)                       | 0,04468,<br>-0,005                               | 0,03731,<br>-0,005                               | 11058          |
| Capacidad del flujo de agua en el plano (m²/s) | 2,7 10 <sup>-7</sup> , -<br>0.2 10 <sup>-7</sup> | 1,57 10 <sup>-6</sup> , -<br>0,110 <sup>-7</sup> | 12958          |
| Medida de abertura (µm)                        | 100 ±20  | 90 ±20   | 12956          |
| Deterioro en la instalación                    | PND  | PND  | 10722-1        |
| Eficacia de la protección                      | 9,0 . 10 <sup>3</sup>                            | 12,0 . 10 <sup>3</sup>                           | 13719          |
| R. a la intemperie                             | 1 semana   | 1semana  | 12224          |
| Envejecimiento químico                         | Pasa   | Pasa   | 14030          |
| R. Microorganismos                             | Pasa   | Pasa   | 12225          |

**Placas aislantes DANOPREN**. Paneles de poliestireno extruído (XPS), con marcado CE conforme al anejo ZA de la UNE-EN 13164 (tabla 6).

<sup>10</sup> Se podrá disponer de otros espesores en función de la demanda energética.

Tabla 6. Características del DANOPREN

| Características                    | VALOR               | UNE- EN |
|------------------------------------|---------------------|---------|
| Conductividad térmica (w/Mk)       | 0,034               | 12667   |
| Resistencia compresión (kPa)       | ≥ 300               | 826     |
| Tracción perpendicular caras (kPa) | > 100               | 1607    |
| Absorción Agua inmersión total (%) | ≤ 0,7 <sup>11</sup> | 12087   |
| Absorción de Agua por difusión (%) | ≤ 3                 | 12088   |
| Estabilidad Dimensional (%)        | ≤ 5                 | 1604    |
| Resistencia hielo-deshielo (%)     | ≤ 1                 | 12091   |
| Reacción al fuego                  | Е                   | 13501-1 |

Lámina retenedora DANODREN R-20. Lámina nodular, fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD), con nódulos de 20 mm de altura, dotados de rebosaderos. Se utiliza como retenedor de agua en cubiertas ajardinadas ecológicas. Las ranuras situadas en la cara superior hacen de rebosaderos cuando el nivel de agua supera la capacidad de almacenamiento de los nódulos, regulando así la cantidad de agua retenida por el sistema. Sus características se recogen en tabla 7.

Tabla 7. Características del DANODREN R-20

| 142.4 11 04.40.010.1040 40. 27 11 10 21 12 11 11 20 |               |        |  |  |
|---|---------------|--------|--|--|
| Características                                     | DANODREN R 20 | UNE-EN |  |  |
| Nº de nódulos/ m²                                   | 400           |        |  |  |
| Resistencia compresión (kN/m²)                      | > 150         | 604    |  |  |
| Capacidad de drenaje, (l/s.m)                       | 20,0          | -      |  |  |
| R. temperaturas (°C)                                | -30 a 80      | -      |  |  |
| Masa (kg/m²)  | 940 ± 25      |        |  |  |

#### 3.4 Accesorios comunes

Banda de refuerzo inferior en los encuentros con elementos verticales BANDA E 30 P ELAST (0,32). Realizada con lámina de betún elastómero SBS, plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido, de 3 kg/m². Se realiza con la lámina ESTERDAN 30 P ELAST cortada a la medida de 32 cm. En cubierta ajardinada se puede usar también ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P POL cortada a las dimensiones oportunas.

Banda de refuerzo inferior en junta de dilatación, realizada con lámina de betún modificado, ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL, de un ancho ≥ 45 cm.

Banda de refuerzo superior en junta de dilatación, formada por una de las siguientes láminas:

- Cubierta ajardinada: ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN.
- Cubierta no transitable autoprotegida: ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST o ESTERDAN 50 GP POL. En el caso de sistema bicapa se podrían sustituir por ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST o ESTERDAN 40 GP POL.
- Resto de los casos: ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL.

Imprimación asfáltica CURIDAN, IMPRIDAN 100 MAXDAN o MAXDAN CAUCHO.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> La guía de la EOTA 033 "Inverted Roof Insulation Kits", indica que este valor debe ser inferior a 0.7.

<u>CURIDAN</u>, emulsión bituminosa de naturaleza aniónica de baja viscosidad y aplicación en frío, compuesto por la dispersión de pequeñas partículas de betún en un agente emulsionante de carácter aniónico y sin cargas, de muy alta fluidez (tabla 8).

Tabla 8. Características del CURIDAN

| Características                                 | CURIDAN   | UNE         |
|---|-----------|-------------|
| Viscosidad a 20 °C<br>(husillo 1, 20 r.p.m) cps | 1 – 5     | EN ISO 2555 |
| Densidad a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )           | 0,9 – 1,1 | 104 28135   |

IMPRIDAN 100 pintura asfáltica de aplicación en frío, constituido por una disolución de betún modificado y cargas minerales en un medio solvente (tabla 9).

Tabla 9. Características del IMPRIDAN 100

| Características                           | IMPRIDAN 100    | UNE        |
|---|-----------------|------------|
| Viscosidad a 25 °C<br>(Saybolt-Furol) sg. | 15 - 30         | 104281-5-5 |
| Densidad 25 °C g/cm <sup>3</sup>          | $0.94 \pm 0.05$ | 10428154   |

<u>MAXDAN</u>. Misma emulsión que CURIDAN con incorporación de cargas (tabla 10).

Tabla 10. Características del MAXDAN

| Características                                   | MAXDAN    | UNE        |
|---|-----------|------------|
| Viscosidad a 20 °C (RVT, husillo 6, 20 r.p.m) cps | 10 - 30   | 104281-5-5 |
| Densidad a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )             | 0,9 – 1,2 | 104 28135  |

MAXDAN CAUCHO. Emulsión idéntica a la MAXDAN pero modificada con una emulsión de látex (tabla 11).

Tabla 11. Características del MAXDAN CAUCHO

| Características                                     | MAXDAN CAUCHO | UNE        |
|---|---------------|------------|
| Viscosidad a 20 °C (RVT, husillo 6 20 r.p.m) poises | 10 - 30       | 104281-5-5 |
| Densidad 25 °C g/cm <sup>3</sup>                    | 1,0 – 1,2     | 10428154   |

**Perfil JUNTODAN E.** Producto para sellado de juntas, compuesto por betún asfáltico modificado, que se presenta en forma de cordones de aproximadamente 50 cm de longitud y en diversos diámetros. Permite la formación de la junta y su libre movimiento a lo largo del tiempo.

Cazoleta de desagüe de EPDM, de salida horizontal y vertical, para evacuación de las aguas pluviales. Fabricadas en caucho EPDM, son perfectamente resistentes a la llama, a la corrosión y a la intemperie. Son de tres tipos: de salida vertical, de salida vertical sifónica y de salida horizontal.

Están fabricadas de una sola pieza, constituidas por una base soporte (alas) con relieve para facilitar la penetración del betún, de unas dimensiones ≥ 30x30 cm. Las alas son siempre ≥ 10 cm. El manguetón, en el caso de las cazoletas de salida vertical, tiene forma cónica para encajar herméticamente en la salida de la bajante y unas dimensiones mínimas de 15 cm. En el caso de las cazoletas de salida horizontal tiene forma rectangular y una longitud aproximada de 30 cm.

Perfiles de chapa metálica galvanizada, utilizados como remate de la impermeabilización en petos y paramentos verticales, para evitar el desprendimiento de la lámina del soporte.

#### 4. FABRICACIÓN

#### 4.1 Planta de fabricación

Las láminas impermeabilizantes, baldosas filtrantes, láminas drenantes y geotextiles son fabricados por el beneficiario en la planta situada en Pol. Ind. Sector 9, 19290 Fontanar, Guadalajara (España). El resto de los componentes son suministrados por proveedores autorizados.

No hay una frecuencia definida de fabricación, sino un estocaje de seguridad para poder satisfacer la demanda de pedidos, y una vez alcanzado este límite de estocaje, se realizan los siguientes lotes de fabricación. Este centro de producción tiene implantado un sistema de calidad según las Normas UNE-EN ISO 9001:2008 (nº ES044036-2).

La fábrica dispone de varias naves, la nave empleada en la fabricación dispone de unos 10.000 m² con área independiente para el laboratorio de control de calidad y un almacén de distribución.

#### 4.2 Proceso de fabricación

La fabricación se realiza según una Orden de Fabricación en la que se define el proceso, especificando las fases, materias primas, procedimiento, precauciones y controles.

Láminas bituminosas. El betún asfáltico se descarga en un tanque de 200 m³ de capacidad donde se mantiene a una temperatura de 150°C para mantenerlo en estado líquido. La siguiente fase del proceso es la mezcla de los betunes con el resto de aditivos necesarios, entre ellos el caucho sintético. En estos procesos de mezcla no hay reacciones químicas, toda la mezcla de betunes e integración del caucho es un proceso mecánico (físico). La dosificación de todos los componentes se realiza gravimétricamente con equipos calibrados.

Una vez formado el mástico, mezcla anteriormente descrita, éste se trasvasa desde los mezcladores al baño de la línea de fabricación.

La línea de fabricación de la lámina propiamente dicha es un proceso de fabricación continuo. Comienza desbobinando la armadura de la lámina. Esta armadura puede ser de diferentes materiales (fibra de vidrio, de poliéster) en función de las propiedades de la lámina que se quiera fabricar. La armadura pasa por el baño que contiene el mástico y por simple adherencia sale con una cantidad de mástico que al pasar entre dos rodillos queda con el espesor necesario, según se haya regulado la distancia entre rodillos.

Una vez que se tiene la lámina formada se le añade la terminación deseada para cada una de las caras (film de polietileno, pizarra, arena) colocado por adherencia sobre el mástico todavía en caliente.

A partir de este punto, se va enfriando la lámina hasta llegar a la bobinadora donde se forman rollos a la longitud deseada. Cada rollo se precinta mediante una codificación de colores identificativa del tipo de armadura y masa. Una vez conformado el rollo es transportado por un camino de rodillos donde se pesa en la báscula y comprueba el peso final del rollo, se etiqueta identificando la máquina en la que se ha fabricado, fecha y tipo de producto. Cuando se ha identificado correctamente el producto, continúa su transporte por el camino de rodillos hasta el paletizador, conformando el número de filas y rollos por fila deseado. Cuando se ha conformado el palet es flejado y transportado hasta la enfundadora, retractilándolo y transportado al almacén automático.

Los palets se almacenan a la espera de su distribución, adecuadamente protegidos de la intemperie, en el almacén automático.

**DANOLOSA**. La fabricación se realiza por procedimientos mecánicos, mezclando los componentes, previamente dosificados en una báscula automática controlada por ordenador.

Una vez concluida la mezcla, controlada por temporizador automático, se vierte en cintas que transportan el hormigón fresco hasta los dosificadores de la prensa. Las bases de XPS se introducen, en la bandeja de entrada. A continuación, un dosificador volumétrico rellena los moldes con hormigón poroso. Con una placa metálica vibrante se reparte el hormigón y mediante una prensa hidráulica se vibrocompacta el hormigón sobre los moldes dando la forma definitiva a la pieza. Se trasladan las losas frescas a las jaulas de secado las cuales se transportan a las cámaras de fraguado.

Lámina drenante DANODREN JARDÍN. Los equipos que constituyen la línea de fabricación de la lámina de drenante son: Extrusora, Cabezal para formación de lámina, Calandra para conformado, Grupo de arrastre, Carro almacén y Bobinadora. Las instalaciones auxiliares necesarias son el circuito cerrado de agua de refrigeración y el aire comprimido.

El proceso para la formación de la lámina drenante consiste en suministrar como materia prima polietileno de alta densidad a una extrusora, que por efecto del calor y de la presión forma una masa que al pasar por el cabezal se convierte en una lámina. Esta lámina pasa por una calandra tipo macho - hembra que le da la forma nodular. Seguidamente se le adhiere por termofusión un geotextil de polipropileno calandrado. Al salir de la calandra se requiere un enfriamiento que se consigue con agua en circuito cerrado. Una vez formada y enfriada la lámina se almacena en un carro de rodillos para posteriormente bobinarla, etiquetarla y paletizar los rollos obtenidos.

**Geotextil DANOFELT PY 150/200**. Los equipos que constituyen la línea de fabricación son: Abridora, Cuartos de mezcla, Carda, Plegadora, Punzonado, Carro almacén y Bobinadora.

La materia prima, fibra de poliéster, se introduce en la abridora desde su formato de balas compactadas, según se recibe del proveedor. Dicha fibra se abre o descompacta en la abridora, de modo que se traslada hacia los cuartos de mezclas, que cumplen una función de homogeneización de los diferentes tipos de fibra.

Desde los cuartos de mezcla se conduce por transporte de aire ventilado, la fibra hasta la carda. En ese momento se produce un pesaje de forma automática, que garantiza la alimentación. Dentro de la carda se produce el alineamiento preferencial de las fibras, obteniéndose un velo de material que conforma la base del producto final.

El velo saliente de la carda, se pliega "n" veces hasta conseguir el gramaje final del producto fabricado, generando una salida de velos hacia las punzonadoras. En esta fase se produce de forma simultánea un estiramiento controlado en dirección transversal para conseguir el máximo grado de isotropía en ambas direcciones (longitudinal y transversal).

En la fase final del proceso, se produce una acumulación de lámina geotextil, para poder realizar el proceso de bobinado de cada rollo, sin detener la línea. Tras el bobinado de la lámina, se realiza el embalado y etiquetado del producto. Desde este punto, el material es trasportado hasta el almacenamiento.

#### 4.3 Controles

El proceso de producción de las láminas y resto de componentes se lleva a cabo en condiciones controladas para asegurar la calidad del producto final elaborado, de acuerdo al sistema integrado de gestión de la calidad y el medio ambiente.

Láminas impermeabilizantes. El alcance, frecuencia y registro de los controles mínimos sobre materias primas, proceso de fabricación y producto acabado, establecidos en los procedimientos internos de autocontrol, son conformes con las especificaciones indicadas en la Norma UNE-EN 13707 láminas bituminosas (Certificado de Conformidad: Nº Certificado CPR: 1035-CPR-ES044104) y Guía de la UEAtc Assessment of Roof Waterproofing Systems made of Reinforeced APP or SBS Polymer Modified Bitumen Sheets.

#### Lámina drenante DANODREN JARDÍN

<u>Materias primas</u>. Éstas (HDPE reciclado) son recepcionadas e identificadas mediante nombre y nº de lote. Se comprueba las especificaciones técnicas (por lote) recogidas en el certificado del suministrador y el índice de fluidez a 190°C, 5 kg (UNE-EN ISO 1133) y prueba de extrusión en línea de 1000 kg.

Proceso de fabricación

| Características | Frecuencia        |
|-----------------|-------------------|
| Aspecto         | Continua          |
| Longitud        | 5 veces por turno |
| Anchura         | Continua          |
| Espesor         | 5 veces por turno |
| Peso            | 5 veces por turno |

#### Producto acabado

| Características                        | frecuencia  |
|--|-------------|
| Peso                                   | 4 por turno |
| Resistencia compresión                 | Diaria      |
| R. Tracción y Alargamiento a la rotura | Semanal     |
| R. Punzonamiento estático y dinámico   | Semanal     |

#### **DANOLOSA**

Materias primas. Las materias primas (áridos, cementos, aditivos y poliestireno extruído) son recepcionadas e identificadas mediante el nombre y un nº de lote. Se comprueba las especificaciones técnicas (por lote) mediante los controles establecidos para cada materia prima, tales como: certificado del suministrador, granulometría, densidad, dimensiones, etc. A continuación se identifican como aceptadas y pasan a utilizarse en el proceso de producción. Todas las materias primas presentan el marcado CE.

Durante el proceso

| Fase                                       | Características                            | Frecuencia |
|--|--|------------|
| Dunana i ( a da                            | Pesada componentes                         | Continua   |
| Preparación de<br>hormigón poroso          | Tiempo mezcla                              | Continua   |
| nonnigon poroso                            | Cantidad agua                              | Continua   |
| Preparación bases                          | Control:Escuadría,<br>Planeidad, Dimension | Continua   |
| Vertido, vibrado del<br>hormigón sobre XPS | Parámetros internos                        | Continua   |
| Previa curado                              | Aspecto                                    | Continua   |
| Fievia Curado                              | Dimension entre aristas                    | Continua   |

#### Producto acabado

| Características                               | Frecuencia  |
|---|-------------|
| Aspecto                                       | Continua    |
| Longitud y anchura                            | Continua    |
| Espesor medio                                 | Continua    |
| Adherencia entre capas                        | Semanal     |
| Hielo-deshielo (impacto + adherencia)         | Cada 2 años |
| Carga de rotura flexotracción 28 d de la losa | 40 lotes    |
| Densidad del mortero                          | Diario      |

## Lámina drenante DANODREN JARDÍN

<u>Materias primas</u>. Las materias primas (HDPE reciclado) son recepcionadas e identificadas mediante el nombre y nº de lote. Se comprueba las especificaciones técnicas (por lote) recogidas en el certificado del suministrador y el índice de fluidez a 190°C, 5 kg (UNE-EN ISO 1133) y prueba de extrusión en línea de 1000 kg.

#### Proceso de fabricación

| Características | Frecuencia        |
|-----------------|-------------------|
| Aspecto         | Continua          |
| Longitud        | 5 veces por turno |
| Anchura         | Continua          |
| Espesor         | 5 veces por turno |
| Peso            | 5 veces por turno |

### Producto acabado

| Características                        | frecuencia  |
|--|-------------|
| Peso                                   | 4 por turno |
| Resistencia compresión                 | Diaria      |
| R. Tracción y Alargamiento a la rotura | Semanal     |
| R. Punzonamiento estático y dinámico   | Semanal     |

#### Geotextil DANOFELT PY 150/200.

<u>Materias primas.</u> Las materias primas son recepcionadas e identificadas mediante el nombre y nº de lote. Se comprueba las especificaciones técnicas (por lote) recogidas en el certificado del suministrador, y se hace un control visual de las fibras y las balas en las que vienen dichas fibras.

#### Proceso de fabricación

| Características | Frecuencia |
|-----------------|------------|
| Aspecto         | Continua   |
| Peso            | Continua   |

#### Producto acabado

| Características                        | Frecuencia  |
|--|-------------|
| Peso                                   | 6 por turno |
| Espesor a 2 kPa                        | Semanal     |
| R. Tracción y Alargamiento a la rotura | Semanal     |
| R. Punzonamiento estático y dinámico   | Semanal     |

Control de otros componentes. El resto de componentes no fabricados por el beneficiario están sujetos a un criterio de calidad concertada con el proveedor o bien a un control de recepción del certificado de proveedor por cada lote, que asegura el cumplimiento de las respectivas características declaradas en el apartado 2.

#### 5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los constituyentes de este Sistema no son tóxicos, ni inflamable por lo que no es necesario seguir ninguna instrucción especial de seguridad en el transporte y almacenamiento del mismo.

Láminas de impermeabilización. Deben transportarse y almacenarse en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. Se conservará, en su embalaje original hasta su utilización, en posición vertical sobre un soporte plano y liso. El acopio en obra se realizará en no más de un palé y en zona que admita carga.

Capas auxiliares: geotextiles. Deben transportarse y almacenarse en obra dentro del embalaje original con el fin de garantizar una adecuada calidad del producto DANOFELT PY. Siempre que sea posible, se almacenará en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. Se pueden apilar unos rollos sobre otros.

Láminas drenantes. Deben transportarse y almacenarse en obra dentro del embalaje original con el fin de garantizar una adecuada calidad de los productos DANODREN JARDÍN Y DANODREN R-20. Se almacenarán en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. El producto se almacenará en posición vertical. No se pueden apilar los palés.

**DANOLOSA.** Las baldosas DANOLOSA se transportan en palets de madera protegidos con malla Es recomendable evitar la exposición prolongada al sol de los palets. No se pueden apilar los palets.

Resto de componentes. Para el resto de componentes y accesorios seguirán las recomendaciones del beneficiario.

#### 6. PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO

#### 6.1 **Envasado**

Láminas y bandas impermeabilizantes. El producto se presenta en rollos de dimensiones y anchos según tipo de producto, y se paletiza colocando los rollos en posición vertical. Posteriormente se flejan los rollos y se les coloca un capuchón de polietileno que posteriormente se retractila.

DANOLOSA. Las losas se apilan una sobre otras en palets de madera. Posteriormente se envuelven con una malla de alta resistencia.

Capas auxiliares: geotextiles. El producto se presenta en rollos de dimensiones y anchos según tipo de producto, y se protegen uno a uno con un film de polietileno. Las dimensiones más frecuentes son rollos de 2,20x100 m.

DANODREN Láminas drenantes: JARDÍN DANODREN R-20. El producto se presenta en rollos de dimensiones y anchos según tipo de producto, y se paletiza colocando los rollos en posición vertical. Posteriormente se protegen con un film de polietileno. Las dimensiones más frecuentes del DANODREN JARDÍN son rollos de 2,10 x 20 m y para el DANODREN R-20 2,00 x 20 m.

### 6.2 Etiquetado

El envase de los diferentes productos lleva etiquetado el nombre de la Empresa, nombre y código del producto, dimensiones, fecha de fabricación y lote. El marcado del DIT recogerá que se refiere al sistema completo y no a cada uno de los componentes por separado.

#### 7. PUESTA EN OBRA

La utilización y puesta en obra de estos sistemas deberá realizarse por empresas especializadas. Dichas empresas asegurarán que la utilización de los sistemas se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento y respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos.

#### 7.1 Soportes admitidos

La lámina se podrá instalar sobre:

- Soporte resistente de hormigón y mortero.
- Tableros de madera y sus derivados.
- Hormigón celular.
- Hormigón aligerado con áridos ligeros.

- Aislamientos térmicos compatibles membrana impermeabilizante<sup>12</sup>
- Antiguas membranas impermeabilizantes (incluyendo una capa separadora, en el caso de que proceda).
- Láminas asfálticas de sacrificio. En el caso de sistemas no lastrados, se deberá justificar la adherencia de la impermeabilización a la lámina de sacrificio.

### 7.2 Condiciones del soporte

El soporte debe poseer las siguientes cualidades:

Diseño. Debe estar dimensionado y diseñado de forma que proporcione un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones, fisuraciones o el deterioro.

Para aquellos usos contemplados dentro del CTE, estos deberán ser conformes al DB SE.

Estabilidad y resistencia. La superficie del soporte base debe ser resistente, uniforme y lisa, estar limpia y seca y carecer de cuerpos extraños. Esta exigencia debe extenderse a los paramentos, elementos pasantes o emergentes a los que se realice la conexión o remate de la impermeabilización.

Cuando el soporte base sea de hormigón o mortero de cemento, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores de 1 mm.

Cuando el soporte sea hormigón celular o mortero aligerado, deberá terminarse con una capa de mortero de cemento, con un espesor ≥ 1,5 cm.

En el caso de soportes prefabricados de hormigón, todas las juntas se deberán rellenar con mortero de baja retracción para suavizar la superficie.

Los paneles de madera deberán tener un espesor mínimo acorde a la distancia entre correas. Su cálculo se adecuará al DB SE del CTE. Deberán mantenerse secos antes y durante la instalación de la impermeabilización y no deberán presentar elementos salientes, clavos, etc.

Cuando el soporte base sea un material aislante térmico, estará constituido por placas rígidas diseñadas para este fin. Las placas deben colocarse contrapeadas (a rompejuntas) y sin separaciones entre ellas mayores de 0,5 cm. La colocación del material aislante térmico y su fijación al soporte se realizará según las indicaciones del fabricante.

En el caso de que el soporte de la impermeabilización sea un aislamiento térmico, la resistencia a la compresión mínima del mismo será<sup>13</sup>:

- Cubiertas transitables para uso privado: 100 kPa.
- Cubiertas transitables en espacios públicos: 200 kPa.

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> En sistemas no lastrados cuando la impermeabilización vaya adherida al aislamiento térmico, el beneficiario del DIT deberá validar las prestaciones de este aislamiento para este uso.

13 Estos datos se recogen en la tabla 26 de la norma UNE 104401.

- Cubiertas no transitables: 100 kPa, excepto en el caso de lana mineral, que será de 60 kPa.
- Cubiertas ajardinadas: 100 kPa.

En cualquier caso, el fabricante del aislamiento térmico deberá garantizar la idoneidad del material para el uso descrito. Esto es de importancia en el caso de sistemas en los que se pretenda adherir la impermeabilización sobre el aislamiento térmico. Así, como la correcta fijación del aislamiento a la cubierta

**Limpieza y planeidad.** Las superficies deberán estar exentas de agua, materiales orgánicos (musgos, plantas, raíces, etc), aceites, etc.

Además no deberán tener ningún material incompatible con los materiales bituminosos, tales como grasas, productos en base aceite (mineral o vegetal), alguitrán y ácidos fuertes.

La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar irregularidades ni resaltos que puedan suponer un riesgo de punzonamiento a la membrana impermeabilizante.

#### 7.3 Preparación del soporte

Si procede, en función del estado del soporte (planimetría, irregularidades, etc...) puede ser necesario realizar una capa de regularización a base de mortero u hormigón, para evitar las contra pendientes<sup>14</sup> y/o corregir las rugosidades del soporte. Será definida por el proyectista para cada caso, de modo que resulte tener la cohesión y estabilidad suficiente frente a las acciones mecánicas y térmicas previstas (DB HS1 del CTE (2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes) y cumplan con lo indicado en el punto 7.2.

#### 7.4 Condiciones ambientales

No deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, en particular cuando haya nieve, hielo sobre la cubierta, o cuando llueva, o la cubierta tenga una humedad superficial > 8 % o con viento fuerte. Ni tampoco cuando la temperatura ambiente sea:  $\leq$ -5 °C para la colocación de láminas de betún modificado, y  $\leq$  +5 °C para la colocación de la imprimación.

#### 7.5 Manipulación del producto

Los materiales necesitan colocarse en la cubierta con maquinaria de elevación adecuada y ser distribuidos por toda la cubierta para no concentrar las cargas.

#### 7.6 Forma de aplicación

En la impermeabilización de la cubierta, sea cual sea la naturaleza del soporte y de la membrana, se tendrán en cuenta, las especificaciones relativas a la colocación de capas auxiliares, resolución de puntos singulares y pruebas de soldadura y estanquidad, del DB HS1 del CTE o las recogidas en los Documentos Reconocidos u otros tales como la Norma UNE 104401:2013 "Impermeabilización en la edificación sobre y bajo rasante con láminas bituminosas modificadas. Sistemas y puesta en obra.", respetando además las indicaciones siguientes:

Membrana Impermeabilizante. Una vez aplicada la imprimación o el geotextil (si fuese necesario) el primer paso es llevar a cabo el replanteo de la zona que se va a impermeabilizar. Las láminas deben empezar a colocarse preferentemente en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente, empezando desde el punto más bajo de la misma. Los solapes de la nueva hilera se dispondrán a favor de la corriente de agua, de tal manera que cada hilera solape sobre la anterior.

En el caso de tratarse de cubiertas sin pendientes, los rollos se dispondrán de igual manera, comenzando desde un sumidero, hasta llegar a un punto equidistante con el sumidero más cercano.

Se evitará la coincidencia de los solapes transversales de dos hileras consecutivas de láminas.

Los solapes, tanto longitudinales como transversales, se soldarán con soplete. Se aportará fuego a las láminas inferior y superior en la zona de solape (unos 8-12 cm) hasta que se funda el film de polietileno de terminación. En ese momento se presiona la zona de solape para adherir las láminas. Posteriormente se procede a repasar el extremo del borde de la lámina superior.

En el caso de detectar alguna irregularidad en una soldadura, deberá repasarse con el mismo procedimiento antes descrito.

Sistema adherido-lastrado o adherido-autoprotegido. En este caso las láminas se sueldan al soporte con soplete. Se aplica calor con soplete a la cara inferior de la lámina hasta que se funde el film de polietileno de terminación. Una vez fundido el film se desenrolla la lámina, adhiriéndose al soporte. Antes de soldar la lámina, para facilitar la adherencia, se aplicara al soporte una imprimación <sup>15</sup>. La imprimación se aplicará en toda la superficie horizontal de la cubierta con brocha o con rodillo, con un rendimiento ≥0,3 kg/m², y a una temperatura de aplicación superior a +5 °C y con una humedad superficial < 8 %.

En el caso de soportes porosos se aplicarán las imprimaciones de base acuosa CURIDAN y MAXDAN y en el caso de soportes poco porosos, el CURIDAN se puede sustituir por una imprimación de base disolvente IMPRIDAN 100. MAXDAN CAUCHO se puede utilizar en superficies porosas, sobre todo cuando se requiera un mayor espesor de película, caso de rehabilitaciones sobre antiguas láminas acabadas en gránulo mineral.

<sup>15</sup> No es necesario en el caso de que el soporte sea un aislamiento térmico.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Esta capa de regularización nunca podrá situarse encima del aislamiento térmico.

En caso de que el soporte sea un aislamiento térmico, no será necesaria esta imprimación.

<u>Sistema no adherido o flotante</u>. En este caso las láminas se depositan sin adherirse al soporte. No obstante en los puntos singulares de la cubierta, las láminas deben adherirse (ver 7.7), por lo que previamente a la aplicación de la impermeabilización el soporte se habrá imprimado.

Los puntos singulares que deben adherirse son el perímetro de la cubierta, los elementos emergentes (chimeneas, tubos, casetones, petos, lucernarios, etc...), los sumideros y las juntas de dilatación. En el resto de la superficie horizontal de la cubierta, la lámina se dispone sin adherir al soporte.

Para mejorar la independencia entre soporte e impermeabilización, o en caso de irregularidades del soporte, se puede disponer entre el soporte y la impermeabilización una capa separadora geotextil DANOFELT.

<u>Sistema monocapa</u>. Sistema constituido por una única capa de láminas.

Pendiente ≥ 0%: Las láminas (ESTERDAN 48 P ELAST y ESTERDAN 48 P POL) se disponen de la forma antes indicada, llevando a cabo los solapes ≥12 cm, tanto transversales como longitudinales. Se evitará la coincidencia de los solapes transversales de dos hileras consecutivas de láminas.

Pendiente ≥ 1%: Las láminas se disponen de la forma antes indicada. En el caso de láminas plastificadas (ESTERDAN 40 P ELAST y ESTERDAN 40 P POL), y autoprotegidas (ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN, ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN, ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST y ESTERDAN 50 GP POL) los solapes longitudinales serán ≥8±1 cm y los transversales ≥10±1 cm. Se evitará la coincidencia de los solapes transversales de dos hileras consecutivas de láminas. Se evitará igualmente la unión de más de tres láminas en un solo punto.

<u>Sistema bicapa.</u> Constituido por dos láminas adheridas entre sí. Las láminas de la primera capa (GLASDAN 30 P ELAST y GLASDAN 30 P POL) se disponen de la forma indicada anteriormente. Los solapes longitudinales/transversales serán  $\geq$  8±1 cm.

Las láminas de la segunda capa se sueldan con soplete a las láminas de la primera capa. Se aplica calor con soplete a las caras de ambas láminas hasta que se funde el film de polietileno de terminación. Una vez fundido los films se desenrolla la lámina superior, adhiriéndose a la inferior. Los solapes también se sueldan con soplete.

Las láminas de la segunda capa se disponen a cubrejuntas, es decir, con sus solapes longitudinales de tal manera que queden desplazados con respecto a los de la primera en una longitud aproximadamente igual a la mitad del ancho de la lámina, menos el ancho del solape.

En el caso de láminas plastificadas (ESTERDAN 30 P ELAST y ESTERDAN 30 P POL), los solapes, transversales y longitudinales serán de 8 ±1cm.

En el caso de láminas autoprotegidas (ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN, ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN, ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST y ESTERDAN 40 GP POL), las dimensiones de los solapes longitudinales serán ≥8±1 cm y las de los solapes transversales ≥10±1 cm.

Tanto en el caso de sistemas como monocapas como bicapas realizadas con láminas autoprotegidas, la soldadura se realizará siempre en zona de mástico y nunca en zona de gránulo. Para la unión del solape transversal en los extremos de los rollos, se deberá el gránulo de pizarra, calentando previamente el borde transversal de la lámina inferior en una franja de 10±1 cm, eliminando o embebiendo el árido de protección en la masa bituminosa y seguidamente, soldar el extremo de la pieza siguiente. Esto mismo se realizará en los solapes longitudinales en los que no se suelde sobre el solape y en todas aquellas zonas en donde se vaya a soldar la lámina sobre gránulo.

Capas auxiliares. Se deberá tener en cuenta que durante la ejecución de la impermeabilización debe garantizarse la estabilidad al viento de los distintos componentes.

Aislamiento térmico. DANOPREN se coloca en seco, sobre la membrana impermeabilizante o sobre una capa separadora geotextil. Los paneles se disponen a testa, uniendo unos a otros respetando el machihembrado del producto. Se pueden disponer en sentido longitudinal ó en transversal de la cubierta. En caso de ser necesario cortar piezas, estos cortes se pueden realizar con una cuchilla.

**Geotextiles.** Se pueden disponer en sentido longitudinal ó transversal de la cubierta. Se extiende un rollo de DANOFELT PY, y a continuación se extiende el segundo rollo, paralelo al anterior, con un solape ≥ 20 cm.

Lámina drenante. La lámina drenante DANODREN JARDIN se extiende con el geotextil hacia el terreno, para permitir el drenaje. Se pueden disponer en sentido longitudinal ó transversal de la cubierta. Se extiende un rollo de DANODREN JARDÍN y a continuación se extiende el segundo rollo, paralelo al anterior, con un solape ≥12 cm.

Lámina retenedora. Se pueden disponer en sentido longitudinal ó transversal de la cubierta. Se extiende un rollo de DANODREN R-20, y a continuación se extiende el segundo rollo, paralelo al anterior, dejando un solape mínimo de 2-3 nódulos. Posteriormente se deberá disponer una lámina filtrante geotextil DANOFELT PY para evitar el paso de finos del sustrato vegetal.

Protección pesada. En general, la puesta en obra de la protección de la impermeabilización se llevará a cabo lo antes posible, a fin de evitar posibles punzonamientos en la membrana impermeabilizante.

El material se acopiará de forma que no se punzone impermeabilización, utilizando protecciones adecuadas. Este acopio se realizará de forma que no se ocasionen cargas puntuales que comprometan la estabilidad del edificio.

Durante la colocación de la protección pesada se tendrá especial cuidado de no trabajar y/o transitar por encima de la impermeabilización, para evitar daños mecánicos en la membrana impermeabilizante. En caso contrario se deberán disponer protecciones adecuadas (capas de mortero, geotextiles antipunzonantes, etc...).

Pavimento. Se tendrá en cuenta lo anteriormente comentado sobre las protecciones pesadas. Los pavimentos deberán cumplir las exigencias que el CTE establece en los distintos documentos básicos en función al uso al que vayan a estar destinados. Los pavimentos podrán ser solado fijo (pavimento recibido con mortero, o solera de hormigón) o solado flotante<sup>16</sup> (pavimento sobre soportes regulables en altura).

Los materiales de solado a emplear, corresponden a cualquiera de los definidos por el DB HS1 (baldosa cerámica, gres, piedra, natural o artificial, mortero u hormigón, etc...), siendo a su vez posible la utilización de DANOLOSA para el caso concreto de cubierta transitable con solado flotante de uso privado.

Los soportes regulables adecuados para el uso de DANOLOSA como solado flotante deberán tener una base cuadrada de apoyo para la baldosa de dimensiones mínimas 200x200 mm y con una resistencia a compresión mínima de 300 kg.

La puesta en obra del pavimento se realizará siguiendo las instrucciones propias del material para su utilización en cubiertas. El pavimento dispondrá de las juntas de dilatación que establece el DB HS1. La distancia entre juntas dependerá del tipo de material.

Grava<sup>17</sup>. Se tendrá en cuenta lo anteriormente comentado sobre las protecciones pesadas y especial cuidado en no perforar la impermeabilización con los rastrillos utilizados para el extendido de la grava.

Los pasillos técnicos de mantenimiento se realizarán con DANOLOSA.

Sustrato y Plantación. El sustrato vegetal tendrá la composición y el espesor adecuados al tipo de vegetación especificada.

En el caso de cubierta ajardinada extensiva (ecológica), el sustrato vegetal estará constituido por una capa superior de 6 cm de Sustrato Ecoter y una capa de al menos 3 cm de Roca Volcánica (opcional).

La vegetación deberá ser de plantas de pequeño porte y mínimo tejido radicular.

En el caso de cubierta ecológica, la vegetación estará constituida por plantas crasuláceas tipo Sedum (por ejemplo Sedum Album) de escaso desarrollo radicular y bajo o nulo mantenimiento.

El tipo de vegetación, las condiciones de plantación y mantenimiento serán determinadas por la empresa especializada de jardinería.

Durante la plantación se adoptarán las medidas necesarias para evitar punzonar la membrana impermeabilizante. En el caso de reposición de la vegetación, se extremará esta medida.

DANOLOSA. Se coloca en seco, sin material de agarre, depositándose sobre una capa separadora (DANOFELT PY) que impermeabilización, apoyando su capa aislante.

Se empezará a depositar la losa desde cualquiera de los petos que hacen esquina. Las placas irán depositadas a tope, puesto que la capa de hormigón de DANOLOSA tiene menores dimensiones que la base de XPS, configurándose una junta alrededor de cada capa de hormigón, lo que evita la necesidad de realizar las preceptivas juntas de dilatación en el pavimento construido con ellas.

En caso de ser necesario cortar una pieza se realizará con una radial de bajas r.p.m (< 500).

La última hilada se optará por cortar de manera que quede lo más próxima al peto, opcionalmente, en los encuentros con paramentos verticales y elementos salientes, puede sustituirse DANOLOSA por una banda perimétrica a base de capa de grava de árido rodado, de diámetro y espesor según proyecto, vertida sobre las placas de aislamiento térmico de poliestireno extruído. Se recomienda intercalar previamente una capa separadora de geotextil DANOFELT PY 200 sobre las placas.

En el caso de existir en la cubierta instalaciones livianas, no es recomendable que éstas apoyen directamente sobre la impermeabilización. Estas instalaciones pueden disponerse directamente sobre las losas, a través de apoyos en pequeñas placas de reparto.

En el caso de apoyarse la baldosa sobre el aislamiento térmico (caso de pasillos técnicos en cubiertas con grava, o en el caso de requerirse mayores espesores de aislamiento térmico), este apoyo se realizará directamente en seco, necesidad de ninguna capa separadora auxiliar.

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Los pavimentos flotantes deben ser usados solo en el caso de cubiertas transitables de uso privado.

Conforme al CTE:

La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero.

La grava suelta sólo puede emplearse en cubiertas con pendiente ≤ 5 %.

La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo.

Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el tránsito en la cubierta para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema.

Durante la ejecución de otras unidades de obra distintas a las propias de impermeabilización, es recomendable proteger la baldosa con el fin de evitar daños producidos por caída de objetos.

#### 7.7 Puntos singulares

**Encuentros verticales**. En los encuentros de la impermeabilización con los paramentos verticales, se seguirán las indicaciones del DB HS1 (2.4.4.1.2)<sup>18</sup>, sirviendo los ejemplos de las figuras 13.3.1.

La necesidad de realizar una media caña o achaflanar el encuentro entre paramento vertical y horizontal dependerá del estado de estos puntos. En caso de que los soportes presenten una buena planimetría y una buena estabilidad y resistencia, este tratamiento no es necesario.

Los umbrales de las puertas, los alféizares de las ventanas, los petos, los paramentos verticales, los conductos. chimeneas. lucernarios. claraboyas deben estar situados a una altura mínima de 20 cm por encima del nivel más alto de la superficie de la cubierta una vez acabado (membrana vista, lastre o pavimento) para evitar que cuando haya acumulación de nieve, embalse de agua por obstrucción de desagües, o salpiqueo de lluvia, la humedad pueda pasar al interior. impermeabilización subirá hasta esta altura de 20 cm. excepto en el caso de los umbrales de las puertas v los alféizares de las ventanas, que será de 15 cm en todo el perímetro del hueco.

En el caso de umbrales de puertas, cuando las necesidades de uso no permitan la colocación de escalones, puede optarse por una de estas soluciones:

Opción 1: Disponiendo la impermeabilización retranqueada respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.

<u>Opción 2</u>: Disponer delante de la puerta y extendiéndose un mínimo de 30 cm a ambos lados de

<sup>18</sup> CTE: La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta, por lo que el tratamiento del elemento vertical se realizará hasta esta altura.

En caso de ser necesario, el encuentro entre el paramento horizontal y el vertical, se podrá redondear con una media caña con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga. Para la realización de esta media caña se recomienda el empleo de mortero de fraguado rápido.

Para evitar que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento se filtre por el remate superior de la impermeabilización, se debe realizar un tratamiento especial en el peto. las posibles soluciones son:

- Realizar una roza de 3x3 cm como mínimo en la que debe embutirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30º con la horizontal, redondeándose la arista del paramento.
- Realizar un retranqueo con una profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical mayor de 5 cm.
- Colocación de un perfil metálico que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro.

las jambas, de un canalón integrado en el faldón, con una profundidad ≥15 cm y una anchura ≥ 30 cm.

En el caso de acristalamientos que arranquen desde el suelo, se pueden seguir las indicaciones antes indicadas en los umbrales de las puertas.

En el perímetro y en los elementos emergentes, las láminas se adhieren al soporte con soplete. Para facilitar la soldadura de las láminas al soporte previamente es necesario tanto en sistemas adheridos como en sistemas no adheridos imprimar esta zona. Se deber imprimar en horizontal en una anchura ≥15 cm, y en vertical, sobre el peto o el elemento emergente en una altura tal que sobrepase en 20 cm o más, el punto más elevado que se prevé alcance la protección.

En el caso de soportes porosos se aplicarán las imprimaciones de base acuosa CURIDAN y MAXDAN y en el caso de soportes poco porosos, CURIDAN se puede sustituir por una imprimación de base disolvente IMPRIDAN 100. Se puede usar también MAXDAN CAUCHO cuando se requiera un mayor espesor de película.

La aplicación de esta imprimación se realizará con brocha o con rodillo, y a una temperatura superior a +5°C. El rendimiento estará entre 0,3 y 0,5 kg/m².

Posteriormente se soldará una banda de refuerzo inferior, de 32 cm de ancho, realizado con BANDA DE REFUERZO E 30 P ELAST, adherida al soporte con soplete. Esta banda se dispondrá con 15 cm en horizontal y 15 cm en vertical. En el caso de cubierta ajardinada se puede sustituir por una banda de ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P POL de 15 cm en horizontal y que suba hasta 15 cm por encima del terreno.

Sobre esta banda de refuerzo se soldará la membrana impermeabilizante de la sección horizontal.

A continuación se soldará una banda de terminación. Esta banda de terminación tendrá una dimensión mínima de 25 cm en horizontal y en vertical subirá 20 cm por encima de la capa de protección. Se soldará completamente al soporte vertical y a la impermeabilización de la sección horizontal principal.

El tipo de lámina dependerá del sistema, y de que esté protegido por un rodapié o quede a la intemperie.

En el caso de cubiertas transitables o no transitables con protección pesada (sistemas ESTERDAN PENDIENTE CERO TRANSITABLE CON PAVIMENTO, CON DANOLOSA y CON GRAVA), cuando la impermeabilización del peto vaya protegida por un rodapié, como banda de terminación se utilizarán las láminas ESTERDAN 40 P ELAST, ESTERDAN 40 P POL, ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST o ESTERDAN 40 GP POL.

En el caso de que esta banda de terminación no vaya protegida por un rodapié (caso de los sistemas ESTERDAN PENDIENTE CERO TRANSITABLE

CON DANOLOSA y CON GRAVA, y ESTERDAN NO TRANSITABLE AUTOPROTEGIDA), se utilizarán las láminas autoprotegidas ESTERDAN PLUS 40 GP ELAST o ESTERDAN 40 GP POL (o ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST o ESTERDAN 50 GP POL).

Posteriormente se sujeta esta banda de terminación al elemento vertical mediante un perfil metálico. La altura mínima sobre la capa de protección a la que se dispondrá este perfil es de 20 cm. El perfil metálico irá fijado mecánicamente al elemento vertical. La fijación constará de taco y tornillo de acero galvanizado (nunca un clavo). Las fijaciones se dispondrán cada 25 cm. Este perfil metálico se puede sustituir por una roza en donde irá empotrada la banda de terminación, roza situada también 20 cm por encima de la capa de protección.

En los encuentros con paramentos impermeabilizados in situ con morteros, podrá reducirse la altura de 20 cm antes indicada, considerando que dichos morteros deberán estar evaluados previamente mediante un DIT o DIT plus en vigor, teniendo en cuenta todas las indicaciones que en el mismo se establezcan y que, en especial, el paramento esté debidamente estabilizado y no presente riesgo de fisuración.

En los casos de cubiertas ajardinadas (sistemas ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA INTENSIVA y EXTENSIVA), como banda de terminación se utilizarán las láminas ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN. El drenaje y la lámina geotextil se prolongará en vertical para proteger la impermeabilización de la perforación de las raíces. En función del tipo de vegetación podrán requerirse protecciones adicionales (paneles de aislamiento térmico DANOPREN, DANOLOSA, capa de mortero u hormigón de protección, capa de grava, etc...).

En caso de no existir rodapié, la lámina se fijará mediante un perfil metálico al soporte de la forma antes descrita.

En todos los tipos de cubierta de este informe, en el caso de que la altura del peto no supere los 20 cm, la impermeabilización se prolongará en horizontal, cubriendo la coronación del peto.

**Sumideros**. Para la realización de los sumideros, se seguirán las indicaciones del DB HS1 (2.4.4.1.4), sirviendo los ejemplos de las figuras 13.3.2.

Para evitar contrapendientes y acumulaciones de agua, se recomienda rebajar el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización en la zona próxima a los sumideros. Para la realización de estos puntos singulares se utilizarán cazoletas adecuadas de EPDM, de salida vertical u horizontal, con alas.

Tanto en sistemas adheridos como no adheridos, se imprimará esta zona en una superficie aproximada de 0,6x0,6 m y posteriormente se soldará con soplete al soporte una pieza de refuerzo inferior de dimensiones ≥15 cm a las alas de la cazoleta de EPDM. La lámina utilizada es ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN

30 P POL. Sobre esta banda de refuerzo inferior se procede a soldar la cazoleta de EPDM.

A continuación se realiza la impermeabilización de la sección horizontal de la cubierta, recortándose a continuación la misma en la zona de la evacuación de la bajante.

Todos los desagües deben estar dotados de un dispositivo adecuado (rejilla, alcachofa, paragravillas, etc.) para retener cualquier elemento sólido que pueda obturar las bajantes.

En el caso de cubiertas ajardinadas intensivas, el sumidero será registrable, por lo que deberá disponerse de algún tipo de arqueta de registro.

Juntas (juntas de dilatación y juntas auxiliares del soporte base). El tratamiento de las juntas dependerá de que sea estructural o auxiliar del soporte base.

Para la realización de las juntas de dilatación, se seguirán las indicaciones del DB HS1 (2.4.4), sirviendo los ejemplos de las figuras del apartado 13.3.3.

El soporte base respetará la junta estructural y sus bordes deben ser romos, con un ángulo de 45º aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor de 3 cm.

La resolución de las juntas de dilatación variará en función de la pendiente de la cubierta (<1 % o ≥1 %), que sean juntas de dilatación estructural o juntas de dilatación del soporte de la impermeabilización (aislamiento térmico, material de pendiente, etc...).

Previamente a la ejecución de la junta de dilatación, se habrá imprimado el soporte. En el caso de sistemas no adheridos o flotantes habrá sido necesario imprimar esta superficie, unos 25 cm a cada lado de la junta de dilatación.

En el caso de junta estructural cuando la cubierta tiene una pendiente < 1%, se adhieren con soplete al soporte dos bandas de adherencia, una a cada lado de la junta, con una anchura mínima de 25 cm. La lámina utilizada es BANDA E 30 P ELAST. Esta banda de adherencia no es necesaria en el caso de junta estructural cuando la cubierta tiene una pendiente ≥1%.

Posteriormente se dispone una banda de refuerzo inferior de junta, centrada sobre la junta y de al menos 45 cm de ancho, adherida a la banda de adherencia o al soporte, y haciendo fuelle hacia abajo. La lámina utilizada es ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL.

A continuación se ejecuta la membrana impermeabilizante hasta llegar hasta el borde de la junta de dilatación, interrumpiéndose al llegar a ésta. Se adhiere la impermeabilización con soplete a la banda de refuerzo inferior. Se rellena la junta de dilatación con JUNTODAN.

Para finalizar se dispone una banda de refuerzo superior de junta, centrada sobre la junta y de anchura ≥30 cm, adherida a la impermeabilización con soplete y haciendo fuelle hacia arriba.

En los casos de cubiertas transitables o no transitables con protección pesada (sistemas ESTERDAN CON PAVIMENTO, CON DANOLOSA y CON GRAVA), como banda de refuerzo superior se utilizarán las láminas ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL, pudiéndose sustituir por otra lámina de igual armadura pero mayor masa nominal.

En el caso de cubiertas no transitables autoprotegidas (sistema ESTERDAN NO TRANSITABLE AUTOPROTEGIDO), como banda de refuerzo superior se utilizarán las láminas ESTERDAN PLUS 40/GP ELAST o ESTERDAN 40/GP POL (o ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST o ESTERDAN 50 GP POL).

En los casos de cubiertas ajardinadas (sistemas ESTERDAN AJARDINADA INTENSIVA y EXTENSIVA), como banda de refuerzo superior se utilizarán las láminas ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN.

No son necesarias las juntas auxiliares del soporte de la impermeabilización, a no ser que esté sometido a grandes movimientos. En caso de ser necesario realizar juntas auxiliares del soporte de la impermeabilización éstas se pueden resolver con una BANDA DE REFUERZO E 30 P ELAST o con una banda de ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P POL cortada a 30 cm. Estos productos se colocan centrados en la junta y soldados al soporte. Por encima se dispone el sistema de impermeabilización, adherido a la banda antes descrita (en el caso de sistemas adheridos) o flotante (en caso de sistemas no adheridos o flotantes) (13.3.3).

#### 7.8 Reparaciones

En aquellas zonas dañadas se soldará una pieza de la misma lámina cubriendo toda la zona afectada. Se deberá reparar siguiendo las mismas indicaciones descritas en la puesta en obra de la membrana impermeabilizante. En el caso de láminas autoprotegidas con gránulo previamente se retirará el gránulo tal y como se indica en 7.6.

#### 7.9 Pruebas de servicio

Con respecto a las pruebas de soldadura y estanquidad de la cubierta, es recomendable seguir las pautas reflejadas en el punto correspondiente de la norma UNE 104401:2013.

#### 7.10 Uso y conservación de la cubierta

Se tendrán en cuenta principalmente las especificaciones indicadas en el CTE, parte I y en el DB HS1 - Apdo 6. En particular se recomienda realizar al menos una inspección anual de la cubierta y siempre después de situaciones meteorológicas

extremas, que compruebe la existencia y el estado de la protección (grava o baldosas), de la membrana así como de juntas, fijaciones, sellados, accesorios, etc. En el caso de la cubierta no transitable autoprotegida se realizarán al menos 2 visitas al año, eliminando sustancias extrañas y charcos de agua, corrigiéndose este defecto. En el caso de la cubierta ajardinada, se prestará especial atención a la presencia y si procede eliminación de vegetación distinta de la instalada en obra, (proveniente de semillas transportadas por la acción del viento) tales que su desarrollo radicular pudiera afectar al comportamiento de la membrana.

#### 8. CRITERIOS DE DISEÑO Y CÁLCULO

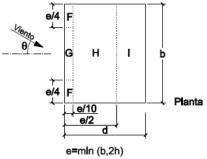
#### 8.1 Viento

**Sistemas adheridos**. Presentan una adherencia superior (3600 Pa) a la requerida en el CTE, en el caso más exigente, en edificios ≤ 30 m de altura<sup>19</sup>.

**Sistemas lastrados**. Considerando que el Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación del CTE (DB SE AE) tiene por objeto asegurar que el *edificio* tiene un comportamiento estructural adecuado, pero no trata de manera específica los elementos de la envolvente del edificio, como es el caso del lastre empleado en cubiertas planas. Se proponen para la definición del coeficiente de presión exterior c<sub>p</sub>, los valores recogidos en la tabla adjunta.

| Cubierta con | Coeficiente de presión exterior Cp: zona cubierta |        |        |        |
|--------------|---|--------|--------|--------|
| parapeto     | Zona F  | Zona G | Zona H | Zona I |
| hp/h=0,025   | -0,73   | -0,60  | -0,40  | -0,06  |
| hp/h=0,05    | -0,66   | -0,53  | -0,40  | -0,06  |
| hp/h=0,10    | -0,60   | -0,47  | -0,40  | -0,06  |

Estos valores han sido obtenidos a partir de la experiencia internacional en diferentes investigaciones sobre "estabilidad frente a cargas de viento de placas aislantes y grava para cubiertas.



La presión estática de viento  $q_e$  puede por tanto calcularse, para los casos incluidos en la tabla, conforme a la expresión establecida en el Documento DB SE AE  $q_e = q_b \ c_e \ c_p$ , utilizando los coeficientes  $c_p$  indicados<sup>20</sup>. Para cualquier otra situación diferente a la prevista en la tabla (alturas, bordes con aristas, etc.,) el cálculo de la presión estática deberá ser evaluado de forma particular.

18

 <sup>19</sup> Los coeficientes máximos de succión al viento son: qb = 0.5, Ce= 3,7, y Cp = -1.8 (área tributaria >10 m²), para edificios de hasta 30 m. La presión máxima es de 3330 Pa.

Los valores de succión obtenidos empleando este coeficiente son superiores a los recogidos en la norma UNE 104416:2009.

<u>Grava</u>. En el caso de la grava se debe considerar como elementos con un área tributaria menor de 1 m<sup>2</sup> (la más exigente del CTE succión al viento) al aplicar los coeficientes indicados anteriormente.

Para reducir los posibles movimientos de la grava es necesario emplear grava con tamaño ≤16mm, recomendándose ≥20 mm en caso de cubiertas con requerimientos de succión de viento altos(>90 kg/m²). La capa de grava debe tener un espesor ≥5 cm, independientemente de los datos de succión al viento, ya que ésta debe proteger la lámina de la intemperie.

<u>Solado continuo</u>. A efectos de viento, los solados deberán tener un espesor  $\geq 3$  cm y una masa  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> y deberá tener una cohesión suficiente de manera que se comporte como un solo elemento.

En cualquier caso, los espesores mínimos de los solados dependerán del tipo de pavimento, uso de la cubierta (transitable peatonal privada o pública) y soporte del pavimento (capa de protección de la impermeabilización o aislamiento térmico).

<u>DANOLOSA</u>. Ésta se debe considerar como elementos con área tributaria menor de 1m². En el caso que resulte preciso, en esquinas y zonas perimétricas, el lastre complementario de las baldosas (cuyo peso aproximado es de 60 kg/m²) podrá realizarse mediante capa de grava, perfiles metálicos, baldosas de hormigón, o cualquier otra protección pesada. Se recomienda revisar las alturas de peto a efecto del cálculo de succión antes que el lastrado de DANOLOSA.

## 8.2 Corrección de transmitancia térmica por precipitaciones

Las pérdidas de calor a través de una cubierta invertida son la suma de las normales de una cubierta convencional de igual constitución y de las adicionales producidas inevitablemente por la escorrentía y evaporación del agua de lluvia, si bien estas últimas se producen sólo en época de precipitaciones.

**NOTA**: Esta corrección se contempla en UNE-EN ISO 6946<sup>19</sup>, así como en la ETAG 031. Esta corrección no se tiene en cuenta ni en el CTE DB HE, ni en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE.

La transmitancia térmica Uc en la parte general de una cubierta invertida realizada con estos sistemas, puede calcularse mediante la expresión<sup>21</sup>:

$$Uc = U_o + \Delta U_r$$
, en donde:

**Uc**: Valor de cálculo de la transmitancia térmica en parte general o corriente de la cubierta: W/m² ºK.

 $\mathbf{U_o}$ : Coeficiente de transmisión térmica sin considerar las pérdidas térmicas debidas a la circulación del agua entre la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico, que se expresa en W/m²  $^{2}$   $^{0}$ K y se calcula según la expresión:

$$1/U_o = R_{SE} + R_{COB} + R_i + R_{SI} = R_T$$
 donde:

\_

R<sub>SE</sub> y R<sub>SI</sub>: Son las resistencias térmicas superficiales exterior e interior respectivamente (m².ºK/W). Los valores de las resistencias térmicas superficiales se pueden despreciar para la losa.

**R**<sub>COB</sub>: Resistencia térmica de material de cobertura sobre el aislamiento (capa hormigón poroso o sustrato) en m².ºK/W: No considerada en la presente evaluación, por tanto se desprecia.

**R**<sub>i</sub>: Resistencia térmica del aislante térmico (placas sueltas y bases XPS de baldosas DANOLOSA colocadas sobre la membrana impermeabilizante, expresada en m<sup>2</sup>.ºK/W, y calculada según:

$$R_i = e_i / (\lambda_D + \Delta \lambda)$$
, donde:

ei: Espesor de aislamiento (m):

λ<sub>D</sub>: Conductividad térmica declarada del XPS: 0,034 W/mºK

**Δλ:** Variación de la conductividad térmica por presencia prolongada de agua líquida y/o difusión de vapor a través del XPS, según configuración de cubierta invertida, en W/mºK: Cubierta transitable:  $\Delta\lambda$ = 0,002 y Cubierta ajardinada:  $\Delta\lambda$ =0,004

**R**<sub>T</sub>: Resistencia térmica total de cubierta (m².ºC/W)

 $\Delta U_{\rm r}$ . Factor de corrección de transmitancia térmica U, teniendo en cuenta las pérdidas térmicas debidas a la circulación del agua entre la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico, que se expresa en W/m² °K y se calcula según:

$$\Delta U_r = p. f. x (R_i/R_T)^2$$
, donde:

**p**: Precipitación media diaria entre los meses de octubre y abril, en mm/día, en localidad considerada<sup>22</sup>.

f.x: Valor resultante de multiplicar:

**f:** Coeficiente adimensional representando la fracción de p filtrada entre la juntas de baldosas.

**x**: Constante relativa a las pérdidas térmicas provocada por la filtración de agua de lluvia sobre la membrana (W.día)/m².ºK.mm. Se considera para cubiertas transitables con baldosa que f.x.= 0,04 (W.día)/m².ºK.mm) (Según guía EOTA 031).

### 8.3 Sobrecargas de uso

A efectos de sobrecarga, el pavimento continuo deberá presentar una resistencia a compresión superior a las requeridas en la tabla 3.1. del Documento Básico DB SE AE del CTE, dependiendo de su uso.

La DANOLOSA presenta una resistencia a compresión superior a las recogidas en la tabla 3.1 del DS SE AE del CTE, para los usos recogidos en este DIT.

### 8.4 Dimensionado del desagüe

En número de sumideros, dimensiones de las bajantes y rebosaderos se recogen en el DB HS 4.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales. En el caso de cubiertas sin pendiente puede ser necesario incrementar su número en un 10% más que lo indicado en el CTE.

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Norma UNE-EN ISO 6946:1997/A1:2005. Elementos y componentes de edificación: Resistencia y transmitancia térmica. Método de cálculo.

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Dato suministrado por estación meteorológica, o registros facilitados por entidades o reglamentaciones locales, nacionales o autonómicas.

#### 9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Hasta la fecha, según la referencia del fabricante, la superficie ejecutada con las distintas configuraciones del sistema, ha sido aproximadamente de 350.000 m², siendo las obras más significativas las siguientes:

- Concesionario VolksWagen. Pol. Agro Reus, Recasens i Mercade, 7 Reus (Tarragona). 2000 m<sup>2</sup>. 2007.
- 153 Viviendas. C/Barrilero, 2. Madrid. 4000m<sup>2</sup>. 2007.
- Edificio de Matemáticas. Universidad Autónoma. Cantoblanco (Madrid). 1000m<sup>2</sup>. 2009.
- Instituto de Medicina Molecular Príncipe de Astúrias. Universidad de Alcalá de Henares. Alcalá de Henares (Madrid). 3300 m<sup>2</sup>. 2009.
- 110 Viviendas. Ensanche Sur Parcela 19.2.2. Parla (Madrid). 1000 m<sup>2</sup>. 2009.
- Hotel Silken Puerta de América. Avenida de América, 41. Madrid. 1500 m<sup>2</sup>. 2005.
- Centro Tecnológico Abengoa. Palmas Altas. Sevilla. 1500 m². 2009.
- Biblioteca Universidad Politécnica de Madrid.
   Universidad Politécnica de Madrid Campus Sur A3 km 7. Madrid. 1750 m<sup>2</sup>. 2008.
- Residencia para personas mayores. C/ Castillo de
- Edificio Satélite. Aeropuerto de Barajas. Madrid. 1200 m². 2003.
- Edificio de oficinas Mapfre. Carretera de Pozuelo, 48. Majadahonda (Madrid). 4400 m². 2011.
- Rehabilitación Cubierta Centro FP ocupacional ECYL. C/ Francisco de Vitoria esquina C/ Eloy Garcia de Quevedo. Burgos. 1400 m². 2014.
- Torre Pelli. Sevilla. 21000 m<sup>2</sup>. 2014.
- Ampliación Hospital Sant Joan de Dèu. Passeig de Sant Joan de Déu, 2. Esplugues de Llobregat (Barcelona). 800 m<sup>2</sup>. 2014.
- Edificio en C/ Sancho d´Avila, 125. Barcelona. 1000 m². 2014.
- Edificio de oficinas. C/ del Pla esquina C/ Anselm Clavé. Sant Feliu de Llobregat. Barcelona. 4500 m². 2014.
- Cubo de Urzaiz. Antigua Estación de Renfe. C/ Urzaiz. Vigo (Pontevedra). 7600 m². 2014.
- Obra: Edificio de Oficinas Centris II. Glorieta Aníbal Gonzalez s/n. Tomares (Sevilla). 13500 m<sup>2</sup>. 2015
- Nuevo Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. C/ Pintor Teodoro Doublang, 25. Vitoria-Gasteiz (Álava). 8300 m². 2015.
- Plaza de Abastos de Vitoria-Gasteiz. C/ Jesús Guridi, s/n. Vitoria-Gasteiz (Álava). 4600 m². 2015.

Algunas de las obras reseñadas fueron visitadas por representantes del IETcc. Además se realizó una encuesta por correo entre los usuarios, todo ello con resultado satisfactorio.

#### 10. ENSAYOS

Los ensayos que figuran a continuación se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, o en otros laboratorios, bajo su supervisión.

#### 10.1 Lámina asfáltica

#### 10.1.1 Ensayos de identificación de la lámina

Los resultados de los ensayos de identificación obtenidos están dentro de las tolerancias dadas por el fabricante y recogidos en el punto 2.

10.1.2 Ensayos de aptitud de empleo y durabilidad de la lámina

Comportamiento a fuego exterior. Clasificación:  $B_{roof}(t1)$  de acuerdo a la EN 13501-5.

**Reacción al fuego.** Clasificación E, conforme a la norma UNE-EN 13501.

**Succión al viento.** Los ensayos de succión al viento se realizaron sobre los sistemas adheridos, dando una resistencia mayor de 10000 Pa sobre un soporte de madera y con IMPRIDAN 100.

**Adherencia al soporte** (UNE-EN 13596). Se muestran los resultados en MPa.

| Soporte  | Producto       | Imprimación | Inici<br>al | 28d<br>80°C |
|----------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Madera   | autoadhesiva   |             | 0,39        |             |
|          | autoadhesiva   | IMPRIDAN    | 0,39        | 0,61        |
|          | E plus 50 GP E | 100         | 0,43        | 0,76        |
|          | E 50 GP POL    |             | 0,60        | 0,47        |
|          | E plus 50 GP E | CURIDAN     | 0,50        | 0,78        |
| Hormigón | E 50 GP POL    | CORIDAN     | 0,43        | 0,38        |
|          | E plus 50 GP E | MAXDAN      | 0,41        | 0,60        |
|          | E 50 GP POL    | IVIAADAIN   | 0,46        | 0,60        |
|          | E plus 50 GP E | MAXDAN      | 0,45        | 0,81        |
|          | E 50 GP POL    | CAUCHO      | 0,49        | 0,53        |

**Resistencia del solape.** Los ensayos se realizaron sobre las láminas con mayor resistencia a tracción y con los distintos másticos.

| CIZALLA (UNE-EN 12317-2) (N/50mm)            |     |
|--|-----|
| Esterdan 48 P Elast (SBS)                    | 486 |
| Esterdan 48 P Pol (APP)                      | 428 |
| Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín (SBS) | 653 |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardín (APP)        | 664 |
| PELADO (UNE-EN 12316-2) (N/50mm)             |     |
| Esterdan 48 P Elast (SBS)                    | 67  |
| Esterdan 48 P Pol (APP)                      | 69  |
| Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín (SBS) | 67  |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardin (APP)        | 66  |

**Fluencia** (UNE-EN 1110). La fluencia se determinó sobre los distintos másticos y mallas de refuerzo, antes y después de envejecerse a calor. La fluencia es inferior a 2mm, en las siguientes temperaturas.

| Membranas                              | Inicial | E. calor |
|--|---------|----------|
| Esterdan 48 P Elast                    | 120°    | 120°     |
| Esterdan 48 P Pol.                     | 120°    | 120°     |
| Glasdan 30 P Elast                     | 120°    | 115°     |
| Glasdan 30 P Pol                       | 120°    | 120°     |
| Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín | 120°    | 120°     |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardín        | 120°    | 120°     |
| Esterdan Plus 40 GP                    | 120°    | 120°     |
| Esterdan 40 GP Pol                     | 120°    | 120°     |
| Polydan 180-48 P Elast                 | 120°    | 120°     |

Flexibilidad bajas temperaturas (UNE-EN 1109). Se llevaron a cabo los ensayos sobre las láminas de mayor-menor masa, con los distintos tipos de malla y másticos, antes y después de envejecerse a calor.

| Membranas                           | Inicial | Envejecida |
|-------------------------------------|---------|------------|
| Esterdan 48 P Elast                 | -20°C   | -20°C      |
| Esterdan 48 P Pol                   | -20°C   | -20°C      |
| Esterdan 40 P Elast                 | -20°C   | -15°C      |
| Esterdan 40 P Pol                   | -15ºC   | -15ºC      |
| Esterdan 30 P Elast                 | -20°C   | -15°C      |
| Esterdan 30 P Pol                   | -20°C   | -20°C      |
| Glasdan 40 P Elast                  | -15ºC   | -15°C      |
| Glasdan 30 P Elast                  | -15ºC   | -15ºC      |
| Glasdan 30 P Pol                    | -15ºC   | -15ºC      |
| Esterdan P 50 GP Elast Verde Jardín | -15ºC   | -15°C      |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardín     | -15ºC   | -15ºC      |
| Esterdan P 50 GP Elast              | -15ºC   | -15°C      |
| Esterdan 50 GP Pol                  | -15ºC   | -15°C      |
| Esterdan P 40 GP Elast              | -20°C   | -20°C      |
| Esterdan 40 GP Pol                  | -15ºC   | -15°C      |
| Polydan 180-48 P Elast              | -20°C   | -15°C      |

**Determinación de las propiedades de tracción** (UNE-EN 12311-1)

| (UNE-EN 12311-1)                    |                          |                         |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Membranas                           | Tracción L/T<br>(N/50mm) | Alargamiento<br>L/T (%) |
| Esterdan 48 P Elast                 | 627/439                  | 40/48                   |
| Esterdan 40 P Elast                 | 702/455                  | 40/47                   |
| Esterdan 48 P Pol                   | 677/446                  | 32/36                   |
| Esterdan 40 P Pol                   | 679/395                  | 34/43                   |
| Esterdan 30 P Elast                 | 719/425                  | 34/45                   |
| Esterdan 30 P Pol                   | 679/395                  | 34/43                   |
| Glasdan 30 P Elast                  | 450/254                  | -/-                     |
| Glasdan 30 P Pol                    | 523/254                  | -/-                     |
| Glasdan 40 P Elast                  | 572/358                  | -/-                     |
| Esterdan P 50 GP Elast Verde Jardín | 701/552                  | 45/48                   |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardín     | 730/501                  | 41/45                   |
| Esterdan Plus 50 GP Elast           | 719/579                  | 44/47                   |
| Esterdan 50 GP Pol                  | 767/619                  | 41/44                   |
| Esterdan Plus 40 GP Elast           | 702/380                  | 46/37                   |
| Esterdan 40 GP Pol                  | 629/402                  | 34/43                   |
| Polydan 180-48 P Elast              | 817/528                  | 49/52                   |
|                                     |                          |                         |

# Resistencia al punzonamiento dinámico y al estático (UNE-EN 12691/EN 12730, metod. B)

| Membranas                        | P.Está | tico(kg) | Dinámico |  |
|----------------------------------|--------|----------|----------|--|
| Wellibralias                     | Rígido | Flexible | (mm)     |  |
| Esterdan 48 P Elast              | 20     | 20       | 1000     |  |
| Esterdan 40 P Elast              | 15     | 15       | 1000     |  |
| Esterdan 48 P Pol                | 20     | 20       | 1000     |  |
| Esterdan 40 P Pol                | 15     | 15       | 1000     |  |
| Esterdan 30 P Elast              | 15     | 15       | 900      |  |
| Esterdan 30 P Pol                | 15     | 15       | 900      |  |
| Glasdan 30 P Elast               | 5      | 5        | 0        |  |
| Glasdan 30 P Pol                 | 5      | 5        | 0        |  |
| Glasdan 40 P Elast               | 5      | 5        | 0        |  |
| E. plus 50 GP Elast Verde Jardín | 20     | 20       | 1000     |  |
| E. 50 GP Pol Verde Jardín        | 20     | 20       | 1000     |  |
| E. plus 50 GP Elast              | 20     | 20       | 1000     |  |
| E. 50 GP Pol                     | 20     | 20       | 1000     |  |
| E. plus 40 GP Elast              | 15     | 15       | 900      |  |
| E. 40 GP Pol                     | 15     | 15       | 900      |  |
| Polydan 180-48 P Elast           | 20     | 20       | 1500     |  |

**Determinación de la estanqueidad al agua** (UNE-EN 1928). Las láminas asfálticas y sus solapes son estancos al agua (0.6 bar).

Determinación de la transmisión del vapor de agua (EN 1931). La  $\mu$  obtenida es de 20.000. Este material se considera barrera de vapor.

Emisión de sustancias peligrosas. De acuerdo con la declaración del fabricante el producto no contiene sustancias peligrosas según la base actual de datos de la EU.

Resistencia a la exposición a calor (UNE-EN 1296). Las muestras se mantuvieron durante 168 días a una temperatura de 70  $\pm$  2°C, tras los cuales se llevaron a cabo ensayos de flexibilidad a baja T°C y fluencia<sup>23</sup>.

#### Estabilidad dimensional (UNE-EN 1107)

| Membranas                              | %   |
|--|-----|
| Esterdan 48 P Elast                    | 0,2 |
| Esterdan 40 P Elast                    | 0,2 |
| Esterdan 48 P Pol                      | 0,2 |
| Esterdan 40 P Pol                      | 0,2 |
| Esterdan 30 P Elast                    | 0,3 |
| Esterdan 30 P Pol                      | 0,2 |
| Glasdan 30 P Elast                     | 0,0 |
| Glasdan 30 P Pol                       | 0,0 |
| Glasdan 40 P Elast                     | 0,0 |
| Glasdan 40 P Pol                       | 0,0 |
| Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín | 0,2 |
| Esterdan 50 GP Pol Verde Jardín        | 0,2 |
| Esterdan Plus 50 GP Elast              | 0,2 |
| Esterdan 50 GP Pol                     | 0,2 |
| Esterdan Plus 40 GP Elast              | 0,2 |
| Esterdan 40 GP Pol                     | 0,2 |
| Polydan 180-48 P Elast                 | 0,3 |

Resistencia a la penetración de raíces. Las láminas ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDIN y ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDIN cumplen con el ensayo conforme a la norma UNE-EN 13948.

Resistencia a los microorganismos. El ensayo se llevó de acuerdo a la norma UNE-EN 12.225 durante 30 semanas. Las láminas bituminosas no presentan una pérdida de peso, ni de propiedades de tracciónalargamiento significativas.

Resistencia a la oxidación (UNE-EN 14575). Se determinan las propiedades de tracción-alargamiento después de someter a la muestra a 85°C durante 90 días. Las propiedades de las láminas no se han modificado.

Resistencia a la radiación UV. De acuerdo con la Guía EOTA 006/ UEAtc no es necesario realizar este ensayo, ya que las láminas presentan una adherencia de los gránulos minerales de protección mayor del 70% (UNE-EN 12039).

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> La Guía de la UEAtc para este tipo de sistemas considera que los solapes presentan una buena resistencia al envejecimiento al calor, a menos que se lleven a cabo con adhesivos.

Los envejecimientos al agua sólo son necesarios si la malla de refuerzo tiene una masa/superficie mayor de 250 g/m².

#### 10.2 Geotextil

Los ensayos necesarios para la evaluación de este geotextil fueron los realizados para la obtención del marcado CE conforme al anejo ZA de la norma UNE-EN 13265, como geotextil de protección

#### 10.3 DANOLOSA

| Caracter   | Valor                |      |
|--|----------------------|------|
| R. abrasión (cm <sup>3</sup> / 50cm <sup>2</sup> ) (BÖHM) (UNE-EN 1339)  |                      | 15   |
| Carga rotura a flexión 28d (MPa)(UNE-EN 1339)                            |                      | 4,4  |
| Carga de rotura a  | Concentrada Ø 20cm   | 36   |
| compresión (KN)  | Concentrada 5 x 5 cm | 18   |
| Carga de rotura a tracción entre capas (adherencia) (MPa). (UNE-EN 1607) |                      | 0,08 |
| Conductividad térmica hormigón poroso (W/mK)                             |                      | 1,16 |
| Resistencia impacto  | 13                   |      |
| Resistencia a carga  | Sin defectos         |      |
| R. deslizamiento (PT   | 65 / 60              |      |

Las muestras se someten a 80 ciclos de calor-lluvia y a 80 ciclos de calor-lluvia + 30 ciclos hielo-deshielo<sup>25</sup>.

| Características enveiecidas Valor                        |                           |      |  |
|--|---------------------------|------|--|
| Características envejecidas                              |                           |      |  |
| R. flexión tras ciclos calor/lluvia (MPa)                |                           | 4,5  |  |
| R. flexión ciclos de calor/lluvia y hielo/deshielo (MPa) |                           | 4    |  |
| R. compresión (kN) tras                                  | Concentrada Ø 20cm        | 36   |  |
| ciclos calor/lluvia                                      | Concentrada 5 x 5 cm      | 18   |  |
| R. compresión (kN) ciclos                                | ciclos Concentrada Ø 20cm |      |  |
| calor/lluvia y hielo/deshielo                            | Concentrada 5 x 5 cm      | 15   |  |
| Tracción entre capas tras cicle                          | 0,08                      |      |  |
| Tracción entre capas calor lluvia+hielo-deshielo (MPa)   |                           | 0,08 |  |
| R. impacto 10 J (Ø mm) calor,                            | 13                        |      |  |
| Absorción de agua a largo pla                            | 0,7                       |      |  |

#### 10.4 Lámina drenante DANODREN JARDIN

| Características                       | D. Jardín |
|---------------------------------------|-----------|
| Masa / superficie (Kg/m²)             | 0,78      |
| R.compresión (UNE-EN ISO 604) (KN/m²) | 220       |
| R. tracción,(UNE-EN ISO 10319) (KN/m) | 753       |
| Alargamiento (UNE-EN ISO 10319) (%)   | 29        |

## 10.5 Compatibilidad entre los componentes del sistema

La compatibilidad del sistema se consigue ya que se utilizan capas de separación. Las cuales si son compatibles con los elementos en contacto.

### 11. EVALUACION DE LA APTITUD DE EMPLEO

#### 11.1 Cumplimiento reglamentación Nacional

**Seguridad estructural**. El Sistema no contribuye a la estabilidad de la edificación.

Seguridad en caso de incendio. La solución completa de cerramiento debe ser conforme con el Código Técnico de la Edificación CTE-DB-SI, relativo a Seguridad frente a Incendios, en lo que se refiere a la resistencia al fuego. En cuanto al comportamiento

 $^{24}$  Los ensayos se realizaron con losas de 75mm de espesor.

frente a fuego exterior del acabado o revestimiento exterior de las cubiertas, el hormigón poroso de la baldosa puede clasificarse como B<sub>roof</sub>(t1), sin necesidad de ensayos. En el caso de cubiertas ajardinadas ligeras y extensivas, el tipo de plantas (género sedum) puede, por su capacidad para retener agua en tallos y hojas, actuar como retardante del fuego.

Salubridad. Las configuraciones de los sistemas para cubiertas sin pendiente evaluados siempre que hayan sido convenientemente ejecutadas en obra, impiden el paso del agua líquida, evitando así la presencia de humedades en el interior de la obra una vez terminadas, gracias tanto a la composición de los propios sistemas, como a la naturaleza de sus componentes principales y a la resolución de los puntos singulares mediante los elementos accesorios oportunos.

Estos sistemas satisfacen la Exigencia Básica HS 1 de protección frente a la Humedad establecida en al artículo 13.1 de la parte 1 del CTE, y puede considerarse que alcanzan el grado de impermeabilidad único exigido a cubiertas.

Una vez instalados, los sistemas evaluados no liberan partículas peligrosas ni gases tóxicos que puedan contaminar el medio ambiente. Por otra parte, los sistemas ecológicos, pueden, como todo sistema de cubierta ajardinada, humedecer el ambiente del entorno y favorecer la transformación del CO<sub>2</sub> en oxígeno.

**Seguridad de utilización.** De acuerdo con el resultado de ensayo de abrasión, el hormigón poroso de la DANOLOSA presenta un valor válido para cubiertas transitables accesibles al público.

DANOLOSA presenta un comportamiento frente a la resbaladicidad superior al exigido por el CTE para zonas exteriores según tabla 1.2. DB-SU 1 del CTE.

De acuerdo con los resultados de ensayos, el pavimento flotante compuesto por DANOLOSA puede resistir tanto las cargas uniformemente repartidas como las concentradas previstas en el DB.SE.-AE según las categorías de uso consideradas a continuación:

<u>Uso privado: Categoría F o bien G1</u>: (Cubierta accesible sólo privadamente o bien para conservación):

- Sobrecarga de uso: Carga uniforme: 1 kN/m².
- Carga concentrada: 2 kN (sobre 50 x 50 mm).

<u>Uso público: Categoría C1</u>: (Cubierta accesible al público, zonas de mesas y sillas):

- Sobrecarga de uso: Carga uniforme: 3 kN/m².
- Carga concentrada: 4 kN (sobre 50 x 50 mm).

Ahorro energético. En el proyecto técnico se considerarán todos los componentes del cerramiento de cubierta (incluyendo lucernarios si los hubiere), para cumplir con los requisitos de transmitancia térmica que indica el DB-HE. Para el cálculo de la

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Estos envejecimientos se ha obtenido de la Guía de la EOTA 004.

transmitancia térmica de las cubiertas se atenderá a lo establecido en el apartado 7.2 del DIT.

Protección frente al ruido. La solución completa de cerramiento, y fundamentalmente el elemento soporte resistente, debe ser conforme con las exigencias indicadas en el CTE, en lo que respecta a la protección contra el ruido (aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impacto). Como todo sistema de cubierta ajardinada, los sistemas ecológicos pueden contribuir al aislamiento frente al ruido a amortiguación de ruidos. La evaluación de estas prestaciones por parte de sustrato y plantación no han sido objeto de la presente evaluación

**Durabilidad.** Del conjunto de ensayos, visitas a obras y a fábrica, así como de las comprobaciones realizadas, no se ha apreciado incompatibilidad entre los componentes de los sistemas evaluados y las prestaciones del producto se mantienen durante su vida útil.

Respecto de la baldosa DANOLOSA, tras los ensayos efectuados no se ha apreciado influencia significativa en sus prestaciones mecánicas de los envejecimientos realizados con anterioridad. La aparición de eflorescencias de origen portlandita (cambio de tonalidad de color) no suponen disminución de sus prestaciones.

**EL PONENTE:** 

J. Rivera Lozano Dr. Ciencias Químicas

## 12. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS<sup>26</sup>

Las principales observaciones formuladas por la Comisión de Expertos<sup>27</sup> fueron las siguientes:

- Estos sistemas se consideran barrera de vapor, por lo que siempre debe tomarse la precaución de comprobar que el soporte este seco, antes de proceder a la impermeabilización.
- La solución de los encuentros con paramentos verticales donde la impermeabilización (membrana) no suba los 20cm sobre la terminación de la cubierta, debido al uso de morteros de impermeabilización, precisan un control exhaustivo de los materiales empleados y de su ejecución, por lo que se recomienda llevar a cabo pruebas de estanqueidad y un control de mantenimiento más exigente que el indicado en el punto 7.10.
- Se recomienda verificar, antes de iniciar la puesta en obra, que la empresa instaladora acredite estar reconocida por el beneficiario del DIT.
- En fase de proyecto, se recomienda realizar un estudio previo sobre la localización y la geometría de los conductos de las instalaciones, y en particular del paso de los mismos a través de la cubierta.
- No se recomienda el uso de sumideros de PVC.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- a) Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- b) Derechos de comercialización del producto o sistema.
- c) Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS. DIR. INGENIERIA.
- AENOR.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España (CSCAE).
- DRAGADOS, S.A
- Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid (EUATM).
- FCC
- INTEMAC
- FERROVIAL-AGROMAN, S.A.
- FCC Construcción, S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Departamento Tecnología de la Edificación.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil (ETSIC-UPM).
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- Instituto de Ciencias de Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> La Comisión de Expertos estuvo formada por representantes de las siguientes Entidades:

Anexo 1. Resumen de los componentes de cada sistema

|                                     | ESTERDAN PENDIENTE CERO                             |  | ESTERDAN  | ESTERDAN PE  | NDIENTE CERO AJARDINADA   |   |
|-------------------------------------|---|--|---|--|---|---|
|                                     | transitable con<br>PAVIMENTO                        | no transitable con<br>GRAVA                                | transitable con DANOLOSA  | AUTOPROTEGIDA no transitable   | INTENSIVA   | EXTENSIVA (ECOLÓGICA)                                     |
| IMPRIMACIÓN <sup>1</sup>            |   | CU   | IRIDAN / IMPRIDAN 10  | 00 / MAXDAN / MAXDA  | N CAUCHO  |   |
| CAPA SEPARADORA <sup>2</sup>        | DANOFELT PY 150                                     |  |   | NO DANOFELT PY 150   |   | ANOFELT PY 150  |
| MEMBRANA<br>MONOCAPA PTE ≥ 0        | ESTERDAN 48 P ELAST/ ESTERDAN 48 P POL              |  |   | NO   |   |   |
| MEMBRANA BICAPA<br>PTE ≥ 0          |   | GLASDAN 30 P ELAST / POL<br>+<br>ESTERDAN 30 P ELAST / POL |   | NO   | GLASDAN 30 P ELAST / POL +<br>ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDÍN /<br>ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDÍN |   |
| MEMBRANA<br>MONOCAPA PTE ≥ 1        | ESTERDAN 40 P ELAST/ POL                            |  | ESTERDAN PLUS<br>50 GP ELAST /<br>ESTERDAN 50 GP<br>POL           | ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDÍN /<br>ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDÍN                              |   |   |
| MEMBRANA BICAPA<br>PTE ≥ 1          | GLASDAN 30 P ELAST / POL + ESTERDAN 30 P ELAST / PO |  | GLASDAN 30 P<br>ELAST POL +<br>ESTERDAN PLUS<br>40 GP ELAST / POL | GLASDAN 30 P ELAST POL<br>+<br>ESTERDAN PLUS 50 GP ELAST VERDE JARDÍN<br>ESTERDAN 50 GP POL VERDE JARDÍN |   |   |
| CAPA SEPARADORA                     | DANOFELT  | TPY 150 <sup>3</sup>                                       | DANOFELT PY 200   | NO   | DANOFELT PY 150 <sup>3</sup> DANOFELT PY 150 <sup>3</sup>   |   |
| AISLAMIENTO<br>TÉRMICO <sup>4</sup> | DANOF   | DANOPREN DANOPREN⁵   |   | COMPATIBLE*  | DANOPREN  |   |
| CAPA SEPARADORA                     | DANOFEL   | T PY 200   | NO  | NO   | DANOFELT PY 200   |   |
| DRENAJE (OPCIÓN 1)                  | NO DANODREN JARDÍN                                  |  | NO  |  |   |   |
| DRENAJE (OPCIÓN 2)                  | NO  |  |   | DANOLOSA<br>+<br>DANOFELT PY<br>200  | NO  |   |
| RETENEDOR                           | NO  |  | NO  | DANODREN R 20 +<br>DANOFELT PY 200   |   |   |
| PROTECCIÓN<br>PESADA                | SOLADO FIJO/<br>SOLADO FLOTANTE                     | GRAVA  | DANOLOSA  | NO   | TIERRA<br>VEGETAL<br>+<br>VEGETACIÓN  | SUSTRATO VEGETAL + ROCA VOLCÁNICA (OPCIONAL) + VEGETACIÓN |

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Elemento necesario en sistema adherido: La imprimación se utiliza en sistemas adheridos como capa de preparación del soporte para facilitar la adherencia de la impermeabilización al mismo. No se utiliza en caso de que el soporte sea un aislamiento térmico.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Elemento opcional en sistemas no adheridos: La lámina geotextil DANOFELT PY 150 se utiliza en sistemas no adheridos para mejorar la independencia entre soporte e impermeabilización. Cuando se quiera separar materiales químicamente incompatibles, se utilizará una lámina geotextil DANOFELT PY 300.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Elemento opcional: La lámina geotextil DANOFELT PY 150 se utiliza como capa auxiliar separadora entre la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico de poliestireno extruido DANOPREN en caso de querer mejorarse la separación entre ambos materiales. En el caso de no ser necesario colocar aislamiento térmico DANOPREN, no se colocará esta capa geotextil DANOFELT PY 150.

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Elemento opcional: Las necesidades de aislamiento térmico vendrán definidas según proyecto, respondiendo a los requisitos mínimos expuestos en el DB HE del CTE, por lo que puede no ser necesario colocar este aislamiento térmico.

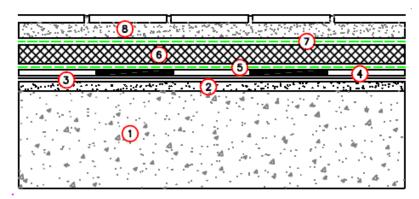
<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Elemento opcional: En el caso de utilización de DANOLOSA, sólo necesario en caso de requerirse mayores espesores de aislamiento térmico, en función del DB HE o por consideraciones de proyecto.

<sup>\*</sup> En el caso del sistema ESTERDAN NO TRANSITABLE AUTOPROTEGIDA el aislamiento térmico se dispondrá siempre por debajo de la impermeabilización, debiendo ser un aislamiento térmico compatible con la misma.

#### 13. INFORMACIÓN GRÁFICA

#### 13.1 Sección principal

#### 13.1.1 Sistema ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con pavimento



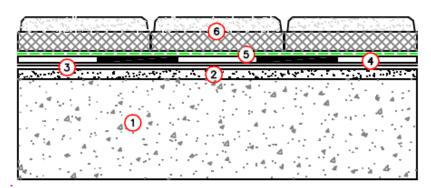
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥0% ESTERDAN 48 P ELAST 0 ESTERDAN 48 P POL MEMBRANA BICAPA PTE ≥0% LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR:

ESTERDAN 30 P ELAST ○ ESTERDAN 30 P POL MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1% ESTERDAN 40 P ELAST ○ ESTERDAN 40 P POL

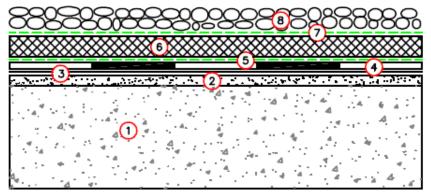
- CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 6. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 8. PAVIMENTO DE TERMINACIÓN

#### 13.1.2 Sistema ESTERDAN PENDIENTE CERO transitable con DANOLOSA



- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥0% ESTERDAN 48 P ELAST 0 ESTERDAN 48 P POL MEMBRANA BICAPA PTE ≥0% LÁMINA INFERIOR: GLASDAN 30 P ELAST 0 GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR: ESTERDAN 30 P ELAST 0 ESTERDAN 30 P POL MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1% ESTERDAN 40 P ELAST 0 ESTERDAN 40 P POL
- 5. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 6. DANOLOSA

#### 3.1.3 Sistema ESTERDAN PENDIENTE CERO no transitable con grava



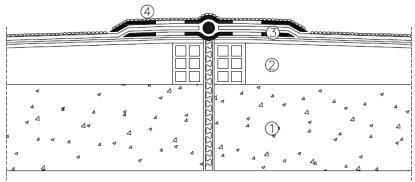
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥0% ESTERDAN 48 P ELAST o ESTERDAN 48 P POL MEMBRANA BICAPA PTE ≥0% LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR:

ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P POL MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1% ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL

- 5. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 6. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 8. CAPA DE GRAVA

#### 13.1.4 Sistema ESTERDAN AUTOPROTEGIDA no transitable

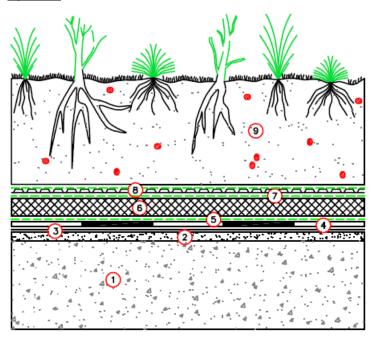


- 1. SOPORTE
- 2. FORMACIÓN DE PENDIENTES + MORTERO DE REGULARIZACIÓN
  - . IMPRIMACIÓN
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1% ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST 0 ESTERDAN 50/GP POL MEMBRANA BICAPA PTE ≥1% LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR:

ESTERDAN PLUS 40/GP ELAST O ESTERDAN 40/GP POL

### 13.1.5 Sistema ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA INTENSIVA Opción 1



- SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA BICAPA PTE ≥0% LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST O GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR:

ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN

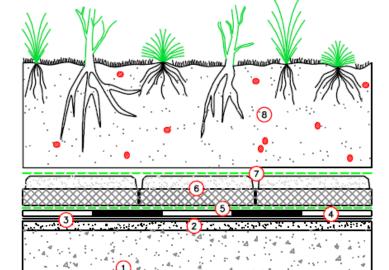
○ ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN

MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1%

ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN

○ ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN

- 5. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 6. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 8. DRENAJE. DANODREN JARDIN
- 9. CAPA DE TIERRA VEGETAL



- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA BICAPA PTE ≥0% LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST O GLASDAN 30 P POL LÁMINA SUPERIOR:

ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN

○ ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN

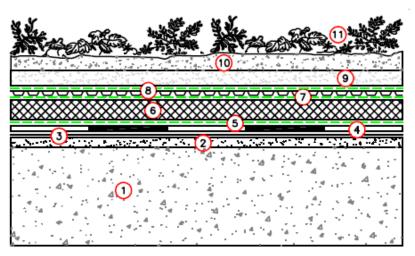
MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1%

ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN

- o **ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN**5. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 6. DANOLOSA
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 8. CAPA DE TIERRA VEGETAL

Opción 2

#### 13.1.6 Sistema ESTERDAN PENDIENTE CERO AJARDINADA EXTENSIVA (ECOLÓGICA)



- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE: MEMBRANA BICAPA PTE ≥0%

LÁMINA INFERIOR:

GLASDAN 30 P ELAST o GLASDAN 30 P POL

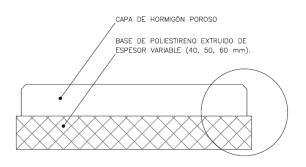
LÁMINA SUPERIOR:

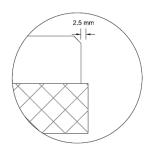
ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN ○ ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN MEMBRANA MONOCAPA PTE ≥1%

ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN o ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDIN

- CAPA SEPARADORA, DANOFELT PY 150
- 6. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 8. CAPA RETENEDORA. DANODREN R-20
- 9. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 10. CAPA DE SUSTRATO VEGETAL
- 11. ROCA VOLCÁNICA
- 12. PLANTAS TIPO SÉDUM

#### 13.2 **Detaile DANOLOSA**

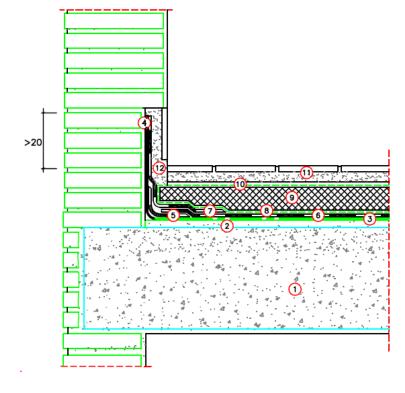




13.3 **Puntos singulares.** NOTA: Las figuras de los apartados 13.3.1 a 13.3.3 son ejemplos de resolución de encuentros con paramentos verticales o petos bajos, aplicables tanto a los distintos sistemas de cubierta como a los tipos de membrana evaluados en el presente DIT, teniendo en cuenta además las indicaciones específicas que correspondan, recogidas en la Norma UNE 104401:2013.

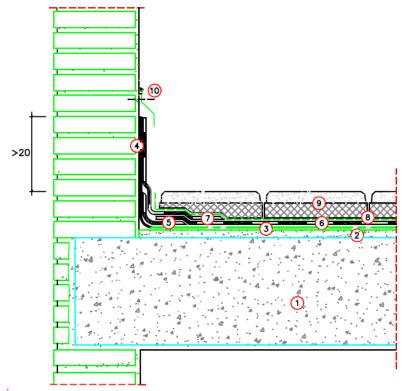
#### 13.3.1 Encuentros con peto

#### Peto ascendente solución con cajeado



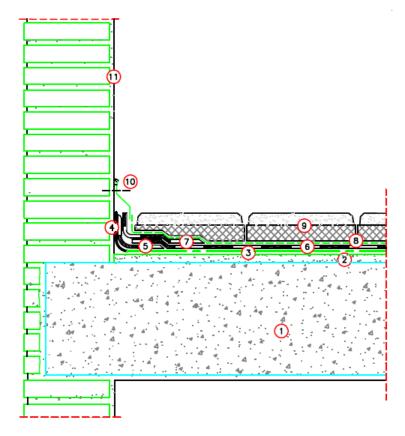
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN EN PETO
- 5. BANDA DE REFUERZO EN ÁNGULOS
- 6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 7. BANDA DE TERMINACIÓN:
  EN CASO DE REMATES PROTEGIDOS:
  ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
  EN CASO DE REMATES VISTOS:
  ESTERDAN PLUS 40/GP ELAST O
  ESTERDAN 40/GP POL
- 8. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 9. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 10. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 11. PAVIMENTO DE TERMINACIÓN
- 12. PROTECCIÓN EN PETO

### Peto ascendente solución con perfil metálico y remate visto



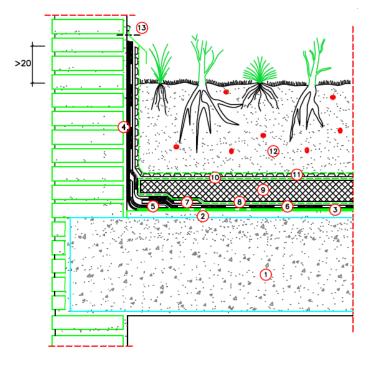
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN EN PETO
- 5. BANDA DE REFUERZO EN ÁNGULOS
- 6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
  - BANDA DE TERMINACIÓN: EN CASO DE REMATES PROTEGIDOS: ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL EN CASO DE REMATES VISTOS: ESTERDAN PLUS 40/GP ELAST O ESTERDAN 40/GP POL
- 8. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 9. DANOLOSA
- 10. PERFIL METÁLICO (Sellado por su parte superior)

### Peto ascendente solución con mortero impermeabilizante



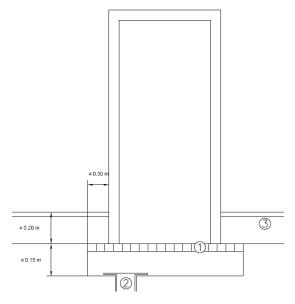
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN EN PETO
- 5. BANDA DE REFUERZO EN ÁNGULOS
- 6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 7. BANDA DE TERMINACIÓN:
  EN CASO DE REMATES PROTEGIDOS:
  ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
  EN CASO DE REMATES VISTOS:
  ESTERDAN PLUS 40/GP ELAST O
  ESTERDAN 40/GP POL
- 8. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 9. DANOLOSA
- 10. PERFIL METÁLICO (Sellado por su parte superior)
- 11. PETO IMPERMEABILIZADO CON MORTERO IMPERMEABILIZANTE CON DIT/DIT Plus

#### Peto ascendente solución con perfil metálico y remate visto (cubierta ajardinada)



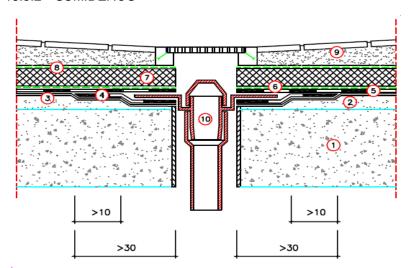
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN EN PETO
- 5. BANDA DE REFUERZO EN ÁNGULOS
- 6. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 7. BANDA DE TERMINACIÓN:
  ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDIN
  0 ESTERDAN 40/GP POL VERDE JARDIN
- 3. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 9. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 10. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 11. DRENAJE. DANODREN JARDIN
- 12. CAPA DE TIERRA VEGETAL.
- 13. PERFIL METÁLICO (Sellado por su parte superior)

#### Encuentro con puerta a nivel

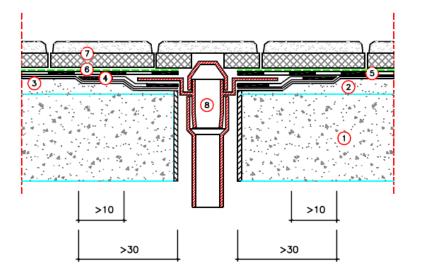


- 1. CANALETA ANCHO > 30 cm.
- . SUMIDERO
- 3. IMPERMEABILIZACIÓN EN PETO

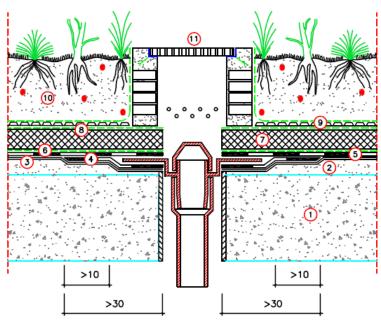
### 13.3.2 SUMIDEROS



- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 7. AISLAMIENTO TÉRMICO, DANOPREN
- 8. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 9. PAVIMENTO DE TERMINACIÓN
- 10. CAZOLETA



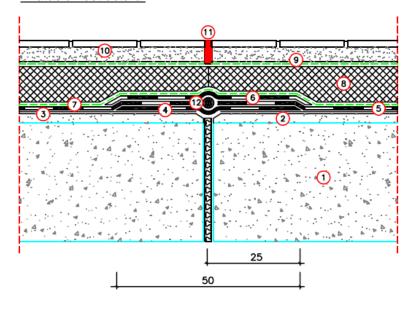
- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 7. DANOLOSA
- 8. CAZOLETA



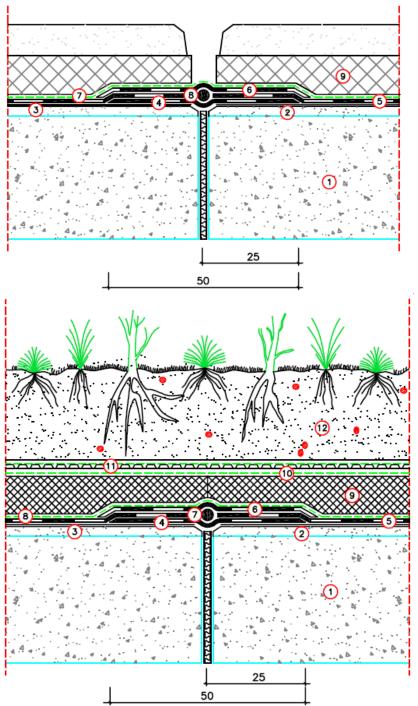
- . SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 7. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 8. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 9. DRENAJE. DANODREN JARDIN
- 10. CAPA DE TIERRA VEGETAL
- 11. ARQUETA DE DRENAJE

13.3.3 JUNTAS

### Dilatación estructural



- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. BANDA DE REFUERZO
- ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 8. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 9. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 10. PAVIMENTO DE TERMINACIÓN
- 11. SELLADO ELÁSTICO
- 12. MATERIAL DE JUNTA. JUNTODAN E



- Auxiliares del soporte base de la impermeabilización

- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST o ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. BANDA DE REFUERZO
  - ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 7. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- B. MATERIAL DE JUNTA. JUNTODAN E
- 9. DANOLOSA

- 1. SOPORTE
- 2. MORTERO DE REGULARIZACIÓN
- 3. CAPA SEPARADORA O IMPRIMACIÓN
- 4. IMPRIMACIÓN + BANDA DE REFUERZO ESTERDAN 40 P ELAST O ESTERDAN 40 P POL
- 5. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE
- 6. BANDA DE REFUERZO
- ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDÍN O ESTERDAN 50/GP POL VERDE JARDÍN
- 7. MATERIAL DE JUNTA. JUNTODAN E
- B. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 150
- 9. AISLAMIENTO TÉRMICO. DANOPREN
- 10. CAPA SEPARADORA. DANOFELT PY 200
- 11. DRENAJE. DANODREN JARDIN
- 12. CAPA DE TIERRA VEGETAL

- 1. SOPORTE
- 2. FORMACIÓN DE PENDIENTES
- BANDA DE REFUERZO
- 4. MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE