



## DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: N.º 680/23

**Área genérica/Usos previstos:**

**Sistemas de impermeabilización con láminas TPO para cubiertas con pendiente cero**

**Nombre comercial:**

**BMI EVERGUARD TPO**

**Beneficiario:**

**BMI ROOFING SYSTEMS, S.L.U.**

**Sede social:**

Ctra. de Villaluenga a Cobeja, km 3,4  
45520 Villaluenga de la Sagra.  
Toledo

**Lugar de fabricación:**

6101 Lower Harmony Road, Mouynt Vernon 47620.  
1301 Corporate Drive, Gainesville, 76240  
5080 West Highway 56, Cedar City, 84721  
2093 Old Rte 15, New Columbia, 17856

**Validez. Desde:  
Hasta:**

7 de julio de 2023  
7 de julio de 2028  
(Condicionada a seguimiento anual)

**Este Documento consta de 34 páginas**



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA  
UNION EUROPEENNE POUR L'AGREMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION  
EUROPEAN UNION FOR TECHNICAL APPROVAL IN CONSTRUCTION  
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. La responsabilidad del IETcc no alcanza a los aspectos relacionados con la Propiedad Intelectual o la Propiedad Industrial ni a los derechos de patente del producto, sistema o procedimientos de fabricación o instalación que aparecen en el DIT.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere este Documento, es preciso el conocimiento íntegro del mismo, por lo que este 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. 680/23

EL DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto n.º 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,
- en virtud de los vigentes Estatutos *de l'Union Européenne pour l'Agrément technique dans la construction (UEAtc)*,
- de acuerdo a la solicitud formulada por la Empresa BMI ROOFING SYSTEMS, S.L.U., para la CONCESIÓN del Documento de Idoneidad Técnica a los distintos sistemas de impermeabilización de cubiertas con pendiente cero "BMI EVERGUARD TPO",
- teniendo en cuenta los informes de visitas a obras y fabricas realizadas por representantes del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, los informes de los ensayos realizados en el IETcc o en otros laboratorios, así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos establecida conforme al Reglamento del DIT.

### DECIDE:

Conceder el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 680/23 al **Sistema de impermeabilización de cubiertas con pendiente cero denominado BMI EVERGUARD TPO 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 DIT evalúa exclusivamente el Sistema constructivo propuesto por el beneficiario, debiendo para cada caso, de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto técnico y llevarse a término mediante la oportuna dirección de obra. Será el proyecto técnico el que contemple las acciones que el Sistema transmite a la estructura general del edificio, asegurando que estas son admisibles.

En cada caso, el beneficiario de este DIT, a la vista del proyecto técnico, proporcionará la asistencia técnica suficiente que permita el cálculo y definición del sistema para la ejecución de la obra, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

## CONDICIONES DE CÁLCULO

En cada caso, el beneficiario del DIT comprobará, de acuerdo con las condiciones de cálculo indicadas en el Informe Técnico de este DIT, la estabilidad, resistencia y deformaciones admisibles, justificando la adecuación del sistema para soportar los esfuerzos mecánicos que puedan derivarse de las acciones correspondientes a los estados límite último y de servicio, en las condiciones establecidas por la Normativa en vigor y para la situación geográfica concreta.

## CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

El fabricante deberá mantener el autocontrol que realiza en la actualidad sobre las materias primas, proceso de fabricación y producto acabado conforme a las indicaciones del apartado 5 del presente Documento.

## CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y DE PUESTA EN OBRA

El sistema no contribuye a la estabilidad de la construcción.

La puesta en obra del Sistema debe ser realizada por el beneficiario del DIT o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por este, bajo su control y asistencia técnica. Dichas empresas garantizarán que la puesta en obra del Sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento, respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. De acuerdo con lo anterior, el presente Documento ampara exclusivamente aquellas obras que hayan sido realizadas por empresas reconocidas en el ámbito de este DIT.

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.

## VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA N.º 680/23 y 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,
- 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, para darle validez.

Este Documento deberá renovarse antes del 7 de julio de 2028.

Madrid, 7 de julio de 2023

D. Ángel Castillo Talavera

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE CIENCIAS  
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



## INFORME TÉCNICO

### 1. OBJETO

Los sistemas "BMI EVERGUARD", objeto de este informe, están destinados a la impermeabilización con láminas de TPO (Polioléfina termoplástica) y al aislamiento térmico de cubiertas planas de edificación, tanto en obra nueva y en rehabilitación.

Este sistema ha sido evaluado para su uso en cubiertas planas con pendiente  $\geq 0\%$ , con o sin aislamiento<sup>(1)</sup>, lastradas o ajardinadas, adheridas y fijadas mecánicamente vistas, presentando las siguientes soluciones:

#### EVERGUARD TPO SMOOTH lastrada (protegida):

- sin adherir,
- transitable con pavimento, con o sin aislamiento térmico THERMAZONE ALU, de uso público y privado, con pendientes  $\leq 5\%$  <sup>(2)</sup>,
- transitable con losa filtrante INVERLOSA<sup>(3)</sup> con pendientes  $\leq 5\%$ ,
- no transitable con grava con pendientes  $\leq 5\%$ ,
- ajardinada intensiva/extensiva con pendientes  $\leq 5\%$ .

#### EVERGUARD TPO SMOOTH intemperie:

- fijada mecánicamente.

#### EVERGUARD TPO EXTREME intemperie:

- fijada mecánicamente.

#### EVERGUARD TPO FLEECEBACK intemperie:

- parcialmente adherida sobre antigua impermeabilización bituminosa o BMI THERMAZONE ALU.

La evaluación del sistema completo se basa en que todos los componentes empleados cumplen con las características recogidas en el punto 2 y 3.

### 2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

#### 2.1 Sistemas lastrados

##### EVERGUARD TPO SMOOTH transitable con pavimento (Fig. 1):

- mortero de pendientes (si fuese necesario),
- capa de mortero de regularización,
- MONARVAP 200B (barrera de vapor),
- Aislamiento BMI THERMAZONE ALU (opcional),
- GEOFIM 150, CECEAL o MONARPLAN GLASSFIBRE (capa separadora),
- EVERGUARD TPO SMOOTH, lámina  $\geq 1,2$  mm,
- GEOMEV 150 (capa antipunzonante) y pavimento.

**EVERGUARD TPO SMOOTH transitable con losa filtrante.** Igual que los sistemas anteriores, pero en vez de colocar un pavimento continuo, se coloca losa filtrante INVERLOSA.

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

**EVERGUARD TPO SMOOTH no transitable con grava.** Igual que los sistemas anteriores, pero en vez de colocar pavimento continuo, se coloca grava de canto rodado ( $\approx 16 - 40$  mm). Se remata con pasillo técnico (losa filtrante INVERLOSA) en zonas de paso.

##### EVERGUARD TPO SMOOTH ajardinada intensiva/extensiva (Fig. 2):

- mortero de regulación,
- Aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU (opcional)
- GEOMEV 150, CECEAL o MONARPLAN GLASSFIBRE (capa separadora),
- EVERGUARD TPO SMOOTH, lámina  $\geq 1,5$  mm,
- capa protectora de mortero de 2 cm de espesor, armado con una malla metálica,
- capa drenante a base de arcilla expandida en seco o grava de canto rodado de 15 - 20 mm de diámetro, espesor mínimo 10 cm,
- GEOMEV de 150.

Se rematan con sustrato compuesto de tierra vegetal entre 20 a 50 cm de espesor, vegetación de acuerdo con el clima de la zona y pasillo técnico con INVERLOSA.

##### EVERGUARD TPO SMOOTH ajardinada extensiva:

- MONARVAP 200B (Barrera de vapor),
- Aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU (opcional).
- Lámina EVERGUARD TPO SMOOTH, espesor  $\geq 1,5$  mm.

Rematado con las siguientes soluciones:

- GEOFIM 120 (capa separadora),
- ChovADREN DD GARDEN y ChovADREN DD (Lámina drenante).
- Capa de retención de agua genérica,
- Sustrato mineral, o roca volcánica y vegetación Sedum de plantas autóctonas,
- Pasillo técnico: INVERLOSA (en zonas de paso).

#### 2.2 Sistemas intemperie

##### 2.2.1 Sistema fijado mecánicamente

##### EVERGUARD TPO SMOOTH o EVERGUARD TPO EXTREME en obra nueva y rehabilitación:

- MONARVAP 200 (barrera de vapor) o CECEAL o MONARPLAN GLASSFIBRE como capa separadora, sólo para los casos de rehabilitación.
- Aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU o MW (opcional).
- tablero Densdeck (opcional).
- EVERGUARD TPO SMOOTH  $\geq 1,2$  mm o EVERGUARD TPO EXTREME  $\geq 1,5$  mm,
- fijaciones mecánicas para fijación por perforación en solape o fijación por inducción, ver tabla con todas las fijaciones mecánicas y arandelas del anejo 1.

<sup>(2)</sup> En el caso de rampas no existe limitación de pendientes, según establece el DB HS1 del CTE.

<sup>(3)</sup> Esta losa se recoge en el DIT 578R/21.



**EVERGUARD TPO SMOOTH o EVERGUARD TPO EXTREME en rehabilitación sobre antigua impermeabilización.**

- CECEAL o MONARPLAN GLASSFIBRE (Capa separadora),
- Aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU o MW (opcional),
- tablero Densdeck (opcional).
- EVERGUARD TPO SMOOTH  $\geq 1,2$  mm o EVERGUARD TPO EXTREME  $\geq 1,5$  mm,
- fijaciones mecánicas para fijación por perforación en solape o fijación por inducción (Anejo 1).

**2.2.2 Sistema adherido**

**EVERGUARD TPO FLEECEBACK.** Lámina TPO autoprottegida adherida parcialmente<sup>(4)</sup> con espuma de adherencia TEROSON TK 400 sobre antigua impermeabilización bituminosa, previamente preparada, o sobre aislamiento BMI THERMAZONE ALU fijado mecánicamente al soporte (Fig. 3):

- MONARVAP 200 (barrera de vapor) + Aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU + fijaciones mecánicas para aislamiento o lamina bituminosa (opcional),
- TEROSON TK 400 (espuma de fijación).
- Lámina EVERGUARD TPO FLEECEBACK.

**3. MATERIALES Y COMPONENTES DEL SISTEMA**

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

**3.1 Láminas impermeabilizantes (Tabla 1)**

Láminas sintéticas a base de poliolefina termoplástica, fabricada mediante laminación y reforzada con armadura de poliéster con trama anudada, para uso a la intemperie y resistente a la radiación UV, DdP (marcado CE) según UNE-EN 13956<sup>(5)</sup> y con anchos de 1,52, 2,44, 3,05 y 3,65 m:

**EVERGUARD TPO SMOOTH 1,2 mm / 1,5 mm / 1,8 mm / 2,0 mm.**

**EVERGUARD TPO EXTREME 1,5 mm / 1,8 mm / 2,0 mm.** Presenta una mayor protección contra la radiación UV que la TPO SMOOTH.

**EVERGUARD TPO FLEECEBACK 1,5 mm / 1,8 mm / 2,0 mm.** Su cara inferior incorpora un geotextil para la fijación adherida mediante espuma de fijación TEROSON TK 400.

**3.2 Capas auxiliares**

**3.2.1 Separadoras y antipunzonantes (Tabla 2)**

Capas sintéticas de poliéster (PES) o polipropileno (PP) o de fibra de vidrio, que se intercalan entre dos

<sup>(4)</sup> La superficie de ocupación de la espuma depende del cálculo de succión al viento conforme al CTE (ver punto 8).

<sup>(5)</sup> UNE-EN 13956:2013. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

<sup>(6)</sup> UNE-EN 15283-1+A1:2009. Placas de yeso laminado reforzadas con fibras- Definiciones, requisitos y métodos de ensayo. Parte 1: Placas de yeso laminado reforzadas con tejido de fibra.

capas del sistema con las funciones de capa separadora y antipunzonante:

**MONARPLAN GLASSFIBRE.** Capa separadora de velo fibra de vidrio de 120 g/m<sup>2</sup>.

**CECEAL.** Capa separadora de velo fibra de vidrio de 200 g/m<sup>2</sup>.

**GEOMEV 150.** Capa separadora antipunzonante PP de 150 g/m<sup>2</sup>.

**GEOFIM 120.** Capa separadora de poliéster de 120 g/m<sup>2</sup>.

**GEOFIM 150.** Capa separadora de poliéster de 150 g/m<sup>2</sup>.

**GEOFIM 300.** Capa separadora de poliéster de 300 g/m<sup>2</sup>.

**TABLERO DENSDECK.** Paneles de núcleo de yeso no estructurales, no combustibles, con revestimiento de fibra de vidrio, que proporcionan protección contra el daño por granizo y al tránsito peatonal durante la construcción y mantenimiento de la cubierta (Tabla 2.1) con DdP (CE) conforme UNE-EN 15283-1<sup>(6)</sup>.

Características	Densdeck		Densdeck Prime	
Espesor (mm)	6,3	12,7	6,3	12,7
Masa (kg/m <sup>2</sup> )	5,85	9,8	5,85	9,8
R. flexión L/T	$\geq 329$	$\geq 588$	$\geq 275$	$\geq 476$
Reacción a fuego	A1			
Conductividad térmica (lambda)	0,1 W/mK		0,13 W/mK	

**3.2.2 Capa retención de agua genérica.**

Capa de retención de agua, con una capacidad máxima de absorción de agua  $\pm 19$  L/m<sup>2</sup>, utilizada en cubiertas ajardinadas ecológicas (Tabla 3).

**3.2.3 Lámina drenante ChovADREN DD GARDEN y ChovADREN DD**

Lámina drenante de nódulos, fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD), unida por encolado a un geotextil de polipropileno.

Se utiliza como parte del sistema de impermeabilización/protección contra el radón y drenaje de estructuras enterradas (Tabla 4). Dispone de DdP (CE) conforme UNE-EN 13252<sup>(7)</sup>.

**3.2.4 Barreras de vapor MONARVAP 200B**

Lamina barrera de vapor de baja densidad, resistente a higrometrías elevadas con DdP (marcado CE conforme con UNE-EN 13984<sup>(8)</sup> (Tabla 5).

<sup>(7)</sup> UNE-EN 13252:2017. Geotextiles y productos relacionados. Características requeridas para su uso en sistemas de drenaje.

<sup>(8)</sup> UNE-EN 13984:2005/A1:2007. Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para el control del vapor. Definiciones y características.



Tabla 1. Características de las láminas de TPO EVERGUARD				
Características	Everguard Smooth	Everguard Extreme	Everguard Fleeceback	UNE-EN
Espesor (mm) -5%, +10%	1,2 / 1,5 / 1,8 / 2,0	1,5 / 1,8 / 2,0	1,5 / 1,8 / 2,0	1849-2
Masa /superficie (kg/m <sup>2</sup> ) -5%, +10%	1,22 / 1,53 / 1,84 / 2,05	1,53 / 1,84 / 2,05	1,6 / 1,9 / 2,1	1849-2
Estanqueidad al agua (0,1 bar)	Estanca			1928 (B)
Comportamiento frente a fuego externo	Broof (t1) / Broof (t4)			13501-5
Reacción al fuego	Clase E			13501-1
Resiste a tracción (L/T) N/50 mm	≥ 1150			12311-2 met.A
Alargamiento a la rotura (L/T) (%)	≥ 20			12311-2 met.A
Resistencia al desgarro (L/T) (N) clavo	≥ 375 (L) ≥ 475 (T)			12310-2
Pelado del solape. (N/50 mm)	≥ 150			12316-2
Resistencia al impacto. (mm)	≥ 400 / 1500			12691
Resistencia a la carga estática (kg)	≥ 20 / ≥ 15			12730 Mét.A/B
Defectos visibles	Conforme			
Plegabilidad a baja temperatura.(°C)	≤ - 25			495-5
Resistencia a la penetración de raíces	Pasa			EN13948
Factor de resistencia a la humedad (μ)	100 000			1931
Estabilidad dimensional (L/T)(%)	≤ 0,4 / ≤ 0,3		≤ 0,4 / ≤ 0,3	1107-2
Cizallamiento de los solapes (N/50 mm)	≥ 800		≥ 800	12317-2

Tabla 2. Características de las capas separadoras y antipunzonantes							
Propiedades físicas	GEOFIM 120	GEOFIM 250	GEOFIM 300	GEOMEV 150	MONARPLAN GLASSFIBRE	CECEAL	UNE-EN
Masa (g/m <sup>2</sup> )	120	150	300	150	120	200	9864
Espesor 2 kPa (mm)	1,1	1,4	2	1,4	1,2	1,4	9863
R. tracción L/T (KN/m)	1,4 / 1,4	1,9 / 2	5,4 / 6	10,3 / 10,3	0,53 / 0,37	-	10319
Elongación L/T (%) ± 20 %	60 / 62	64 / 65	62 / 63	67 / 67	71 / 98	59 / 64	10319
Punzonamiento estático (CBR) (KN)	0,347	0,502	1,112	1,931	0,405	0,290	12236
Perforación dinámica (caída cono) (mm)	42	38	13	25	45	35	1343
Permeabilidad agua (m/s)	17	16	14	30	-	-	11058
Medida de abertura (μm) ±10 μm	90	90	86	90	-	-	12956
R. a la intemperie	120	150	300	150	-	-	12224
Envejecimiento químico	-	-	1,5	-	-	-	14030
R. Microorganismos	-	-	7/8	-	-	-	12225

Tabla 3. Características para una capa de retención de agua genérica		
Propiedades físicas		UNE-EN
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	1,2	EN 965-95
Espesor (mm)	8	EN 964-1
Ancho hoja corrugada (m)	2,2	EN 9864
Ancho capa filtrante (m)	2,4	EN 964-1
Promedio retención agua (l/m <sup>2</sup> )	19	EN 11058
Malla de la capa filtrante (um)	80 ± 24%	ISO 12956
Resistencia compresión (kPa)	60 <sup>(9)</sup>	1897

Tabla 4. Características de las láminas drenantes			
Propiedades	C. DD GARDEN	C. DD	EN ISO
R. aplastamiento (kN/m <sup>2</sup> )	> 200	150 ± 50	604
R. tracción L/T (kN/m)	10/10 ± 2	9/9 (-2)	10319
Alargamiento L/T (%)	50/55 ± 15	50/55 ± 15	10319
Flujo agua en plano 20 /100 kPa. (muros) l/m.s	1,65 /0,80 ± 0,3 %	1,45 (-0,4 %)	12958
Resist. al punzonamiento estático CBR (N)	1000	1000	12236

Tabla 5. Características Barreras de vapor MONARVAP 200B		
Características	Valores	UNE -EN
Estanqueidad	Estanco	1928
Resistencia Impacto (A soporte rígido)	200 mm	1296
Durabilidad: Resistencia al vapor de agua	Conforme	1296 + 1931
Resistencia al desgarro (L/T) (N)	180	12310-1
Resistencia cizalla de las juntas (L/T)(N)	105 / 85	12317-2
Resistencia al vapor de agua (m)	250	1931
Resist. Tracción L / T (N/m)	8,5 / 7	12311-2
Alargamiento L / T (%)	17 / 8	
Reacción fuego	PNE	13501-1

Tabla 6.1. Características del TPO Contact Adhesive	
Características	Valores
Composición	Caucho cloropreno
Color	Transparente
Densidad específica g/cm <sup>3</sup>	0,89
Consumo g/m <sup>2</sup>	250 - 300
Temperatura aplicación °C	de 5º hasta 30 °C





### 3.3 Fijaciones mecánicas

Las fijaciones del sistema de fijación mecánica tienen el marcado CE conforme al DEE 030351-00-0402. Las fijaciones mecánicas con perforación de lámina se recogen en anejo 1 y las fijaciones por inducción son OMG Rhinobond (ETA 09/0337<sup>(10)</sup>) y SFS isoweld (ETA 08/0262<sup>(11)</sup>).

### 3.4 Adhesivos de contacto al soporte

**TPO CONTACT ADHESIVE.** Adhesivo de contacto elaborado a base de caucho de cloropreno, resinas sintéticas y mezcla de disolventes orgánicos. Diseñado para el pegado de las láminas EVERGUARD TPO en remates verticales sobre diferentes tipos de soportes, incluyendo chapa, hormigón, madera entre otros (Tabla 6.1).

**TEROSON TK 400.** Adhesivo de poliuretano mono-componente, autoespumante, para la fijación de láminas de cubierta EVERGUARD TPO Fleeceback, mediante la disposición de líneas de espuma separadas en función del cálculo de viento (Tabla 6.2).

Características	Valores
Composición	Poliuretano monocomponente
Color	Naranja
Resistencia a tracción N/cm <sup>2</sup>	8
Succión viento por tira de 3 cm (EN 1991-1-4) kN/m	0,6
Consumo mL/m <sup>2</sup>	45 (en 3 tiras)
Temperatura aplicación °C	de 0 °C hasta 40 °C

### 3.5 Accesorios en puntos singulares

**EVERGUARD TPO D 0,61 x 15,24 m.** Lámina de TPO sin armar (homogénea) para la impermeabilización de detalles constructivos en cubiertas (Tabla 7).

Características	Valores	UNE-EN
Espesor (mm)	1,5	1849-2
Anchura /longitud (m)	0,61 / 15,24	
Reacción fuego	Clase E	13501-1

**Desagües EVERGUARD TPO.** Cazoleta de desagüe TPO, de salida horizontal y vertical, para evacuación de las aguas pluviales.

Piezas prefabricadas a base de TPO, resistentes a rayos UV e intemperie. Se fabrican en una sola pieza y sus diámetros son: 40, 60, 75, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 150, 160 y 200 mm, con longitud 240 mm en su versión estándar y con longitud 600 mm en su versión industrial. La soldadura con la lámina se realiza con soplete de aire caliente

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

<sup>(10)</sup> Con las combinaciones:OMG 80 mm RhinoBond Insulation Plate o OMG RhinoBond Treadsafe Plate with Treadsafe plastic insert tube + OMG ID. Carga característica 1780 N.

**Pasatubo Cónico VENT BOOT y pasatubo SPLITE PIPE BOOT.** Pieza preformada de compuesto EVERGUARD TPO no armada (homogénea), resistente a los rayos UV y a la intemperie (diámetros entre 25 - 255 mm). Su función es reforzar la estanqueidad de elementos pasantes, facilitando el trabajo en zonas conflictivas.

La soldadura con la lámina se lleva a cabo con soplete de aire caliente.

**Esquinas Interiores / Exteriores EVERGUARD.** Piezas prefabricadas a base de compuesto EVERGUARD TPO sin armar, resistentes a rayos UV e intemperie. La soldadura con la lámina se lleva a cabo con soplete de aire caliente.

Tienen un espesor igual o mayor que 1,5 mm y se extienden por los tres planos adyacentes. Las piezas disponibles son:

- Inside Corner.
- Outside Corner.
- Universal Corner.

**Perfiles colaminados EVERGUARD TPO.** Perfiles de chapa colaminada con recubrimiento de TPO, utilizados como remate de la impermeabilización, tanto en el plano horizontal como en el paramento vertical, evitando el desprendimiento de la lámina del soporte (Tabla 8).

Características	Valores
Color	Gris claro, blanco
Espesor (mm)	1,2
Ancho (m)	1
Largo (m)	2

Son piezas procedentes de planchas prefabricadas (2 m x 1 m) compuestas por una capa de lámina de TPO EVERGUARD de 0.6 mm de espesor, adherida a una chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor.

**T-JOINT PATCH.** Pieza circular con diámetro de 102 mm y espesor de 1,4 mm, formado de lámina de TPO sin armadura con un compuesto muy flexible para adaptarse a la zona de los solapes, aumentando la protección en esta zona ante los riesgos de entrada de agua. Se coloca en juntas en T de las láminas de impermeabilización (Fig. 4).

**TPO Cleaner.** Limpiador de juntas que se usa para limpiar juntas expuestas o contaminadas antes de la soldadura por calor, eliminando cualquier residuo o para revitalizar láminas de TPO envejecidas.

**Pasillo de mantenimiento MONARFIN WALKWAY (W).** Lámina TPO resistente a la intemperie que incorpora un dibujo ranurado en positivo y entrelazado, para reducir el deslizamiento de los usuarios.

<sup>(11)</sup> Fijaciones recogidas en el ETA 08/0262, combinaciones desde la n.º 39 hasta la 50 con plaqueta FI-P-6,8 y FI-P-16 con cánula plástica. La FI-R-20 es la cánula plástica que ayuda a reducir el puente térmico.



Además de definir rutas de acceso, el pasillo técnico proporciona protección a la lámina impermeabilizante contra daños mecánicos en áreas expuestas al tráfico repetitivo.

**Sealoflex ÚLTIMA.** Revestimiento impermeable de poliuretano modificado de un solo componente, sin disolventes, permeable al vapor y humedad (DdP-CE-ETA 19/0536).

Forma una lámina impermeabilizante totalmente adherida cuando se usa junto con el tejido de refuerzo.

**POWERGRIP PLUS:** Accesorio para completar la estanqueidad de los soportes de paneles fotovoltaicos. Este dispositivo está provisto de una arandela de lámina EVERGUARD TPO de 368 mm de diámetro externo, facilitando de este modo la resolución de la estanqueidad mediante soldadura de aire caliente sobre la lámina de impermeabilización de la cubierta.

#### Aislamientos BMI THERMAZONE ALU

**BMI THERMAZONE ALU Sp o THERMAZONE ALU R.** Paneles rígidos de espuma de poliisocianurato (PIR) revestido por las dos caras con un complejo multicapa de aluminio.

Dimensiones: Espesores: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150 y 160 mm. Planchas de 2400 x 1200 mm.

Estos aislamientos térmicos de cubiertas, se aplica como soporte de impermeabilización, especialmente para cubiertas tipo deck (Tabla 9) y tiene DdP (marcado CE, conforme a UNE-EN 13165<sup>(12)</sup>).

Características	ALU R	ALU Sp
Conductividad Térmica $\lambda_D$ (W/(m.K))	0,022, ( $d_N = 30 - 200$ mm)	0,023 ( $d_N 30-160$ mm)
Reacción al fuego	F	E
Reacción al fuego – condición final de uso	B-s2,d0	$d_N 30-120$ mm B-S1, d0 $d_N 121-160$ B-S2, d0
Durabilidad de la reacción al fuego ante calor, condiciones climáticas, envejecimiento/degradación	La reacción al fuego no cambia en el tiempo	
Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de humedad y temperatura	DS(-20,-)1	NPD
Deformación bajo condiciones específicas de compresión y temperatura	NPD	
Resistencia a compresión	CS(10Y)150	CS(10Y)175 CS(10Y)200
Resistencia a la tracción perpendicular a las caras	TR 70	
Fluencia a compresión	NPD	
Absorción de agua a largo plazo	WL(T)2	WL(T)1
Transmisión de vapor de agua	$\mu$ : 50 -100	NPD
Índice de absorción acústica	NPD	

**AISLAMIENTO DE LANA DE ROCA.** Paneles de aislamiento de lana de roca (Tabla 10).

<sup>(12)</sup> UNE-EN 13165:2013+A2:2017. Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos 8

Características	Valores
Propiedad	Descripción
Dimensiones	1200 x 1200 mm / 2400 x1200 mm
Espesor	50-185 mm
Conductividad térmica	0,039 W/mK EN 12667
Reacción al fuego	A1   EN 13501.1
Densidad	>150 kg/m <sup>3</sup> EN1602
Resistencia a compresión	> CS (10Y) 50 (50 KPa)   EN 826
Transmisión de vapor de agua	MU1 ( $\mu = 1$ )   EN 12086
Carga puntual	PL (5) 500 (500 N)   EN 12430
Estabilidad dimensional	DS (70,90)   EN 1604
Absorción de agua a largo plazo	WL(P) ( < 3,0 kg/m <sup>2</sup> )   EN 12087
Absorción de agua a corto plazo	WS ( < 1,0 kg/m <sup>2</sup> )   EN 1609
DdP (CE)	En vigor

## 4. FABRICACIÓN

### 4.1 Planta de fabricación

Las láminas impermeabilizantes EVERGUARD TPO y accesorios de TPO de BMI ROOFING SYSTEMS, S.L.U. dentro de la matriz de Standard Industries, se fabrican en cuatro plantas: 1- Mount Vernon, 2- Cedar City, 3- Gainesville, 4- New Columbia. El resto de los componentes son suministrados por proveedores autorizados por BMI ROOFING SYSTEMS S.L.U.

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.

### 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 sintéticas de TPO.** La base de una lámina sintética de TPO es la poliolefina termoplástica. El polímero TPO (resina) está mezclado con los siguientes productos:

- estabilizadores de luz UV y antioxidantes. Para resistir radiación y oxidación solar UV,
- retardantes de llama,
- pigmentos. Agregar color (blanco, gris, etc.),
- refuerzo de Poliéster. Aumentan las propiedades a la ruptura, tensión, perforación, etc.

**Mezcla y plastificación.** Una vez dosificados todos los componentes son mezclados a una temperatura aproximada de 100 °C. Esta mezcla se transforma por la acción de la temperatura, la presión y la fricción.

Las condiciones del mezclado y plastificado son registrados.

manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PU). Especificación.





**Proceso de extrusión.** En este caso, el polvo seco es transformado en materia sintética mediante un tornillo sin fin que asegura al mismo tiempo la homogenización y la ausencia de burbujas de aire.

El producto pasa a través de una apertura regulable. El espesor de la lámina film será ajustado por un sistema de medida del perfil que ajusta la apertura de la cabeza de la extrusora. A continuación, la lámina film se enfría, se relaja y se enrolla.

**Proceso de calandrado.** En este caso la masa sintética que sale del mezclador se envía a un sistema de cilindro caliente que gira en sentido opuesto. El espesor de la lámina se ajusta por un sistema de medición del perfil en continuo, que ajusta la distancia entre los cilindros calentados. A continuación, dicha lámina se enfría, se relaja y se enrolla.

**Proceso de laminación.** Una lámina está formada por diferentes capas de TPO y en general, de una armadura interna o externa. Para llegar al resultado final, las diferentes capas son desenrolladas con arreglo a la estructura del producto, calentadas y ensambladas conjuntamente.

Las condiciones de la extrusión, calandrado y laminado y su relajación son registradas. Los ensayos en línea son efectuados para garantizar el nivel solicitado de calidad.

**Componentes de refuerzo** (Inside corner, Outside corner y Universal corner). La materia prima (granza en big bag o silo) se introduce en el proceso por moldeo con la volumetría de capa pieza en cuestión, por efecto de la temperatura y de la presión, la granza se funde, pasa a través de los cabezales conformando un accesorio de TPO.

## 5. CONTROL DE CALIDAD

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.** Conformes con las especificaciones indicadas en UNE-EN 13956 láminas sintéticas de TPO.

**Control de productos accesorios de TPO.** Se llevan a cabo los mismos controles que para la lámina TPO y se comprueban aleatoriamente que cumplen con las geometrías establecidas.

**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.

## 6. ETIQUETADO, EMBALAJE, TRANSPORTE, RECEPCION EN OBRA y ACOPIO

### 6.1 Transporte y almacenamiento

Los constituyentes de este Sistema no son tóxicos, ni inflamable (excepto el TK 400), según el fabricante, por lo que no es necesario seguir ninguna instrucción especial de seguridad en el transporte y almacenamiento del mismo.

#### Láminas EVERGUARD TPO

Almacenamiento en almacén:

- Los palés deben permanecer horizontalmente en su embalaje original, limpios, secos, frescos, protegidos frente a la luz solar directa y la lluvia.
- Los palés no se deben apilar uno encima de otro, solo se acepta apilar pales para su transporte.
- El plazo máximo de almacenamiento de EVERGUARD TPO es de 12 meses.
- Tras un almacenamiento prolongado, y antes de la entrega, se debe realizar una prueba de soldadura conforme a UNE-EN 12316-2, con un valor  $\geq 150$  N/50 mm.

Almacenamiento en obra:

- Los palés deben permanecer horizontalmente en su embalaje original, limpios, secos, frescos, protegidos frente a la luz solar directa y la lluvia.
- Los palés no se deben apilar uno encima de otro.
- Nota de seguridad: el peso del palé puede llegar a ser de hasta 1200 kg dependiendo del tipo de material, por lo que hay que comprobar la capacidad de carga de la cubierta. Preste especial atención cuando se trate de cubiertas metálicas ligeras o construcciones de madera.
- Retire el embalaje de protección únicamente antes de aplicar la lámina en la cubierta.
- La lámina se debe limpiar dependiendo de los resultados de la prueba de soldadura obligatoria realizada sobre el terreno.
- Los palés abiertos se deben volver a sellar si se someten a un almacenamiento prolongado en el exterior.
- Cada rollo se debe almacenar horizontalmente sobre palés o placas de soporte elevadas y cubiertas con lona de protección frente a la lluvia; no almacenar directamente sobre la cubierta.

**Capas auxiliares.** Deben transportarse y almacenarse en obra dentro del embalaje original. 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. Se almacenarán en lugar seco y protegido de la lluvia, del sol, del calor y de las bajas temperaturas. El producto se almacenará en posición vertical. No se pueden apilar los palés.

**TPO Contact Adhesive, TEROSON TK 400, TPO Cleaner.** Deben almacenarse en lugares secos y ventilados. Antes de su utilización se recomienda leer la hoja de seguridad entregada por el fabricante.



Para el TPO Adhesive y el TPO Cleaner se consultarán las fichas de seguridad de los mismos, MSDS (conforme REACH n.º 1907/2006).

Los botes de TK 400 deben almacenarse en posición vertical, en lugar seco y fresco (10-20 °C) durante un máximo de 18 meses. El material es inflamable. El transporte debe realizarse siguiendo las normas ADR/TPC para transporte por carretera, las RID por ferrocarril, las IMDG por mar y las ICAO/IATA para transporte aéreo. (lo he sacado de CHOVA, mirar si es correcto para un producto inflamable).

**Perfiles colaminados de EVERGUARD TPO.** Deben transportarse y almacenarse en obra dentro del embalaje original, en posición horizontal sobre un soporte plano y liso.

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

## 6.2 Envasado

**Láminas y accesorios de impermeabilizantes.** Se presenta en rollos de dimensiones según el tipo de producto, y se paletiza colocando los rollos en posición horizontal.

**Capas auxiliares.** 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.

**Láminas drenantes.** El producto se presenta en rollos de dimensiones y anchos según tipo de producto, y se paletiza colocando los rollos en posición vertical. Las dimensiones son espesor 8 mm, longitud 25 m, ancho hoja corrugada 2,2 m, ancho capa filtrante 2,4 m.

**TPO Contact Adhesive, TEROSON TK 400, TPO Cleaner, TPO y Sealoflex Última.** Se presentan según se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Envasado de productos líquidos	
Productos	Tº y Tiempo de almacenaje
TPO Contact Adhesive	Bidones metálicos 20 l
TPO Cleaner	Bidones plásticos 5 l
Sealoflex TPO Primer	Bidones metálicos 1 l
Sealoflex TPO Coating	Bidones plásticos 5 l
TEROSON TK 400	750 ml en cajas de 12

**Perfiles colaminados de EVERGUARD TPO.** Se presenta en palés de 50 unidades en placa de 2 x 1 m o en rollo de 30 m.

**Desagües EVERGUARD TPO.** Se presentan en cajas de cartón entre 6 y 12 unidades dependiendo del diámetro.

**Esquinas Interiores / exteriores / universales.** Se presentan en cajas de cartón de 25 unidades.

## 6.3 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

### 7.1 Especificaciones generales

La utilización y puesta en obra de estos sistemas debe realizarse por empresas especializadas.

Dichas empresas deben asegurar 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.

#### 7.1.1 Soportes admitidos

El sistema se puede instalar sobre:

- Hormigón o mortero endurecido.
- Tableros de madera y sus derivados.
- Hormigón celular y aligerado con áridos ligeros.
- Aislamientos térmicos compatibles con la lámina impermeabilizante PIR, XPS y MW.
- Chapas grecadas y perforadas (e > 0,7 mm) con aislamiento térmico.
- Antiguas láminas impermeabilizantes (siendo necesario una capa separadora, si procede).

#### 7.1.2 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 deben 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.

No debe ser aplicado sobre soportes que no estén debidamente estabilizados y puedan producir la separación o apertura de los solapes.

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 debe estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores de 5 mm.

Cuando el soporte sea hormigón celular o mortero aligerado, deberá terminarse con una capa de mortero de cemento con un espesor  $\geq 2$  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 deben tener un espesor mínimo acorde a la distancia entre correas. Su cálculo se adecuará al DB-SE del CTE. Deben mantenerse secos antes y durante la instalación de la impermeabilización y no deberán presentar elementos salientes, clavos, etc.

Los paneles de madera deben estar fijados a la estructura con tornillos de cabeza plana, la utilización de clavos no está permitida.

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 realiza según las indicaciones del fabricante.

Todos los soportes de madera deben estar secos<sup>(13)</sup>.

En el caso de que el soporte de la impermeabilización sea un aislamiento térmico, su resistencia a la compresión mínima es<sup>(14)</sup> en cubiertas:

- Cubiertas transitables para uso privado: 100 kPa.
- Cubiertas transitables en espacios públicos: 200 kPa
- 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 debe garantizar la idoneidad del material para el uso descrito. Esto es de gran 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.

En el caso de los sistemas fijados mecánicamente, estos deben tener la cohesión suficiente para que las fijaciones puedan instalarse correctamente:

- Los soportes metálicos de acero inoxidable deben tener un espesor  $\geq 0,7$  mm. La chapa debe instalarse sin tensiones (compresión/tracción) que puedan causar arrugas o dobladuras y deben fijarse al soporte con el tipo y número de fijaciones indicado por el fabricante, dependiendo del tipo de edificio, zona, etc.
- Los soportes de hormigón/elementos prefabricados de hormigón deben presentar una resistencia a compresión superior a 20 MPa (recomendado), y proveer a la fijación mecánica una resistencia al arrancamiento superior a su valor característico de arrancamiento (anexo 1).
- Las capas de enlucido no son aceptables para recibir cualquier sistema con anclajes mecánicos. Por tanto, la fijación mecánica necesita fijarse en el soporte de hormigón.

<sup>(13)</sup> Ver normas tales como: UNE-EN 312, Tableros de partículas. Especificaciones. UNE-EN 314-1 y 2, Tableros contrachapados. Calidad del encolado. UNE-EN 622, Tableros de fibras. Especificaciones. Parte 1: Requisitos generales. UNE-EN 300, Tableros de virutas orientadas (OSB). Definiciones, clasificación y especificaciones.

- Los paneles de madera deben tener un espesor mínimo de 18 mm y proveer a la fijación mecánica una resistencia al arrancamiento superior a 1800 N.

**Limpieza y planicidad.** Las superficies deben estar exentas de agua, materiales orgánicos (musgos, plantas, raíces, etc.), aceites, etc. Además, no deben tener ningún material incompatible con los materiales de TPO, tales como grasas, productos en base aceite (mineral o vegetal), alquitrán, ácidos fuertes o asfalto fresco.

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

### 7.1.3 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>(15)</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 7.1.2.

También pueden eliminarse las rugosidades con una capa separadora antipunzonante, paneles de recubrimiento o aislantes, o mediante medios mecánicos (chorro de arena, cepillo).

En las cubiertas metálicas, se debe controlar las acanaladuras de la chapa de la cubierta para reducir al máximo el riesgo de que durante la instalación quedara agua bajo la impermeabilización.

Para asegurar al máximo la vida útil de las láminas de TPO (sistemas no adheridos) es preciso separarlas de las superficies agresivas tales como el mortero rugoso, hormigón con cantos rodados, contraplacado, paneles aglomerados, losas de virutas y acero galvanizado. Se recomienda el uso de una capa separadora GEOMEV 150 de polipropileno cuando este en contacto con morteros u hormigones ( $\geq 150$  g/m<sup>2</sup>) o de poliéster GEOFIM 300 ( $\geq 300$  g/m<sup>2</sup> y solape  $\geq 200$  mm) en contacto con el resto de materiales.

En los sistemas adheridos sobre láminas bituminosas, se debe retirar por medios mecánicos, el espolvoreado de granulos no adheridos. La correcta adhesión del adhesivo en las bases minerales y láminas bituminosas únicamente queda garantizada si la superficie es cohesiva.

<sup>(14)</sup> Estos datos se recogen en la tabla 26 de la norma UNE 104401:2013.

<sup>(15)</sup> Esta capa de regularización nunca podrá situarse encima del aislamiento térmico.



El aislamiento térmico o los tableros de partículas orientadas (OSB), contrachapado, poliisocianurato, etc.) deben ser instalados con las juntas escalonadas y fijados cuidadosamente en todos los encuentros, paso de instalaciones, etc.

Se debe tener especial cuidado de no instalar más aislamiento o tableros que el que pueda ser cubierto por la lámina de TPO y debe de impermeabilizarse antes de la finalización del día de trabajo.

#### 7.1.4 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:  $\leq - 5 \text{ }^\circ\text{C}$  para la colocación de láminas sintéticas de TPO.

#### 7.1.5 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.

Todas las láminas se han de desenrollar, desplegar y situar sobre el soporte. Se pueden desplazar haciéndolas flotar con movimientos ondulatorios sobre un cojín de aire. Antes de fijarlas, cortarlas o unir las es necesario dejarlas reposar como mínimo 60 minutos a temperaturas superiores a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  y 30 minutos cuando la temperatura esté por debajo de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 7.2 Forma de aplicación

En la impermeabilización de la cubierta, sea cual sea la naturaleza del soporte y de la lámina, se tendrán en cuenta las especificaciones relativas a: colocación de capas auxiliares, resolución de puntos singulares, pruebas de soldadura y estanquidad del DB-HS1; respetando además las indicaciones siguientes:

**Lámina Impermeabilizante.** 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 disponen a favor de la corriente de agua, de tal manera que cada hilera solape sobre la anterior.

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

La lámina se extiende de manera que no se originen pliegues y evitando los movimientos del rollo en dirección transversal a la aplicación.

Siempre que sea posible, instale los rollos de manera que los bordes cortados estén colocados en la capa inferior de la junta (no expuestos a la intemperie).

Los solapes entre láminas de los sistemas adheridos, lastrados y fijados mecánicamente por inducción tienen una anchura  $\geq 5 \text{ cm}$ . En el caso de sistemas fijados mecánicamente con perforación de la lámina inferior en la zona de solape, este es  $\geq 12 \text{ cm}$  y la soldadura  $\geq 4 \text{ cm}$ . Se recomienda redondear las esquinas expuestas (Fig. 4).

Se debe evitar 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.

En las uniones en T (tres láminas que se cruzan en un punto), se debe achaflanar (Achaflanar los bordes situados en medio de las juntas, presionando con aire caliente en ese punto y luego girando a  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , con rodillo de silicona<sup>(16)</sup>). La lámina inferior para evitar que se produzcan filtraciones capilares, o bien se debe repasar con el soldador de aire caliente. El vértice del ángulo que forman los bordes transversal y longitudinal de la pieza superior se debe cortar en forma curva (Fig. 4). En este punto, se coloca una pieza T-JOINT Patch para cubrir la zona y asegurar la estanqueidad y durabilidad de la unión.

En aquellos casos donde sea necesario cortar la lámina, este proceso se realiza mediante el uso de tijeras con un cordel entizado donde sea necesario para hacer cortes rectos. Un método alternativo es rasgar una fibra del refuerzo para marcar una línea recta. Nunca rasgue la lámina, se debe cortar.

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

**Soldadura.** La unión entre láminas se realiza mediante soldadura termoplástica con soldador de aire caliente<sup>(17)</sup>. lo antes posible, para evitar que se mueva o se levante. Todos los solapes deben soldarse con aire caliente y todas las soldaduras deben ser continuas.

Siempre que sea posible, debe utilizarse una soldadora automática. Las láminas TPO de BMI se pueden soldar entre  $380 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $550 \text{ }^\circ\text{C}$  y a velocidades entre 4 y 5,0 m/s.

La soldadora de aire caliente debe funcionar en línea recta, la boquilla debe estar limpia y distribuir el calor de manera uniforme, las ruedas de caucho deben estar limpias e intactas, se deben definir los pesos para proporcionar la suficiente presión sobre las ruedas motrices y se debe dejar que la máquina se

<sup>(16)</sup> Rodillo: se trata de un rodillo de presión manual (silicona) de un brazo. El ancho del rodillo adecuado para cada uso será de 40 mm (soldaduras rectas) y 20 mm (soldaduras situadas en esquinas y salientes / construcción detallada); su uso es propio del oficio.

<sup>(17)</sup> La soldabilidad y calidad de la soldadura dependen de las condiciones atmosféricas (T °C, HR %), de soldadura (T °C, velocidad, presión, limpieza previa) y superficiales de la lámina (limpieza, humedad).





caliente durante 10 minutos para alcanzar un ajuste de temperatura aproximado.

Para comenzar, se instalan unas placas metálicas rectangulares (proporcionadas con el equipo de soldadura) al principio y al final de la junta. Estas placas ayudan a evitar el sobrecalentamiento local de la membrana durante la instalación.

Se debe indicar los ajustes de temperatura y velocidad que dan lugar a una soldadura de prueba correcta y el peso correcto en la soldadora.

La soldadora se coloca a lo largo de la junta con ambas ruedas de presión por encima de la placa metálica y el mango guía debe estar orientado en la misma dirección en la que se mueva la soldadora, comprobando que la soldadora esté bien alineada.

La membrana solapada se levanta en el punto inicial y se desliza la boquilla en el solapamiento (50 mm) por encima de la placa metálica. Cuando la rueda trasera se levanta, la soldadora comienza inmediatamente a moverse a lo largo de la junta, quedando la pequeña rueda de guía, situada en la parte frontal de la soldadora, alineada con el borde de la membrana superior.

Las irregularidades de la superficie pueden hacer que la rueda de presión se aleje ligeramente de la junta. Si esto sucede, toque ligeramente el mango superior de la soldadora para mantenerla en línea recta.

A medida que la boquilla caliente se mueve a lo largo de la junta, una rueda motriz ancha, detrás de la boquilla, aplica una presión inmediata y uniforme a la zona de solapamiento calentada. Los pesos correctos de la soldadora sirven para evitar huecos en la junta soldada. Además, el operario de la soldadora debe aplicar presión con el pie sobre la membrana durante el proceso de soldadura, golpeando y deslizando la membrana por debajo del robot para mantenerla tirante y evitar que se arrastre y se creen arrugas.

La soldadora se detiene cuando la boquilla llega a la placa metálica del extremo de la soldadura y se retira la boquilla del área de la junta para interrumpir el proceso de soldadura. Se debe marcar el comienzo y el final de cada soldadura antes de retirar las placas.

Se debe limpiar la suciedad y los residuos de las entradas de aire todos los días. La acumulación de suciedad reducirá el flujo de aire y la salida de calor de la soldadora.

Es importante tener en cuenta que cada soldadora proporciona una salida diferente de energía térmica. Por lo tanto, los ajustes de soldadura pueden variar en función de la máquina. Para ello, deben realizarse soldaduras de prueba en cada proyecto para definir los ajustes de soldadura adecuados y esto se debe hacer sistemáticamente al comienzo de cada día de trabajo, después de las interrupciones (pausas para comer, interrupciones de funcionamiento de la fuente de alimentación) o cuando cambien las condiciones del lugar de trabajo. Se puede usar un trozo de lámina sobrante para ajustar la soldadora. Esta es la mejor manera de saber si los ajustes de soldadura son correctos.

El uso de soldadoras manuales debe limitarse a situaciones en las que una soldadora automática no resulte práctica, tales como los inicios, finales e interrupciones de soldaduras realizadas con la soldadora automática, juntas de obra en cubiertas con una pendiente importante, juntas verticales, juntas en T, esquinas, recubrimientos en las penetraciones de la cubierta, conexiones en colaminados con TPO, etc. Inmediatamente después de realizar la soldadura, se presiona la unión con un rodillo, mediante varias pasadas, para conseguir una unión homogénea. Es imprescindible que la máquina de soldadura tenga la conexión eléctrica sin caídas de tensión.

Para las soldaduras realizadas con soldadoras automáticas, BMI recomienda un ancho mínimo de 40 mm y para soldaduras hechas con soldadoras manuales, un ancho mínimo de 50 mm.

Para verificar los solapes, se hace un control físico utilizando una aguja metálica roma (con punta redondeada con un radio entre 1 – 3 mm), pasándola a lo largo del canto de la unión. Este control se hace a los 30 minutos de la realización de la soldadura, de manera que el solape este frío.

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

**Colocación del aislamiento térmico.** El aislamiento térmico se coloca en seco, sobre la barrera de vapor o sobre una capa separadora. Los paneles se disponen a testa, uniéndose unos a otros respetando el machihembrado del producto. Se pueden disponer en sentido longitudinal o transversal de la cubierta. En caso de ser necesario cortar piezas, estos cortes se pueden realizar con una cuchilla.

En los sistemas fijados mecánicamente, el panel de aislamiento BMI THERMAZONE ALU debe tener un mínimo de 6 fijaciones por panel y 2 para la MW que garanticen su resistencia a la succión al viento. Para combinaciones de fijación por inducción, el panel de aislamiento BMI THERMAZONE ALU, se recomienda fijarlo en sus esquinas a una distancia entre 10 y 20 cm del vértice, y para los otros aislamientos, utilizar una fijación por panel en el centro, dadas sus menores dimensiones.

**Capas separadoras y antipunzonantes.** Se pueden disponer en sentido longitudinal o transversal de la cubierta. Se extiende un rollo de la capa auxiliar y a continuación, se extiende el segundo rollo, paralelo al anterior, dejando un solape  $\geq 20$  cm.

**Tablero Densdeck.** Se coloca directamente encima del aislamiento de forma contrapeada y se fija mecánicamente al soporte resistente mediante fijaciones mecánicas, tanto tornillos con cánula plástica, como con fijaciones de inducción.

El número de fijaciones mínimo es de 4 por panel en las esquinas. Para los casos de fijación de la lámina en solape, se utilizan 8 fijaciones por panel, una en cada esquina y las otras 4 repartidas de forma equidistante.



**Barrera de vapor.** Es la primera capa que se aplica sobre el soporte en todos los sistemas de esta evaluación, excepto en el sistema sobre otras láminas de impermeabilización.

Se aplica igual que las capas auxiliares con unos solapes >5 cm. En aquellas obras donde el viento pueda mover las barreras de vapor durante su instalación, se recomienda que el solape entre ellas se lleve a cabo con una cinta adhesiva tipo DIVOTAPE, la cual se adhiere por ambas caras a la barrera de vapor.

**Lámina drenante.** Se instala en los sistemas EVERGUARD TPO SMOOTH ajardinada extensiva sobre membrana impermeabilizante + GEOFIM 120.

Se instala de forma independiente sobre el fieltro geotextil, con el filtro (geotextil incorporado) hacia arriba y con un solape de 20 cm. Se pueden disponer en sentido longitudinal o transversal de la cubierta.

**Capa de retención de agua.** Se instala en los sistemas EVERGUARD TPO SMOOTH ajardinada extensiva sobre la lámina drenante.

Se pueden disponer en sentido longitudinal o transversal de la cubierta. Dicha capa se instala de forma independiente sobre la lámina drenante. Las placas se colocan juntas sin ningún tipo de solape.

#### 7.2.1 Sistema lastrado no adherido:

Este sistema de impermeabilización solo se emplea para cubiertas (tradicional o invertidas) con pendientes menores del 5 % con protección de pavimento<sup>(18)</sup>, de grava<sup>(19)</sup> y ajardinada. Se puede aplicar sobre todos los soportes indicados en el punto 7.1.1 siempre y cuando se hayan diseñado para soportar un sistema lastrado.

Cuando la lámina EVERGUARD TPO SMOOTH se coloca sobre los siguientes soportes, es necesario la colocación de capas de separación:

Soporte	Capa separación
Hormigón, mortero, madera	GEOFIM 150, CECEAL o MONARPLAN GLASSFIBRE
Aislamiento térmicos compatibles: MW, PIR	No necesita
Bituminosos	GEOFIM 300

Las láminas TPO deben colocarse sueltas con un solape entre ellas  $\geq 5$  cm, tanto en dirección longitudinal como transversal. La lámina se fija mecánicamente en todo el perímetro de la cubierta y

<sup>(18)</sup> Los pavimentos cumplirán las exigencias del CTE (DB) en función al uso al que vayan a ser destinados. Los pavimentos podrán ser un solado fijo (pavimento recibido con mortero) o un solado flotante (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.).

<sup>(19)</sup> Grava. La grava podrá ir suelta o aglomerada con mortero, tal y como establece el DB-HS1. Las características de esta grava serán también las recogidas en el DB-HS1.

<sup>(20)</sup> Los pavimentos flotantes deben ser usados solo en el caso de cubiertas transitables de uso privado.

<sup>(21)</sup> Conforme al CTE:

alrededor de los agujeros o salientes con un diámetro  $\geq 15$  cm.

A continuación, se sueldan los solapes, se solucionan los distintos puntos singulares, se protege la lámina de TPO con el geotextil GEOMEV 150 y finalmente, se lastra.

El lastrado de la lámina debe seguir las indicaciones del Documento Básico DB-HS1 del CTE. En general, la puesta en obra de la protección de la impermeabilización se lleva a cabo lo antes posible, a fin de evitar posibles punzonamientos en la lámina impermeabilizante.

El material se acopia de manera que no punzone la lámina, utilizando las protecciones adecuadas y de tal forma que no se ocasionen cargas puntuales que comprometan la estabilidad del edificio. Durante la colocación de la protección pesada se debe tener especial cuidado de no trabajar y/o transitar por encima de la impermeabilización, para evitar posibles daños mecánicos en la lámina impermeabilizante. En caso contrario se debe disponer protecciones adecuadas (capas de mortero, capas auxiliares, etc.). Las protecciones pesadas más habituales son:

**Pavimento.** Se debe tener en cuenta lo indicado sobre protecciones pesadas. Los pavimentos deben cumplir las exigencias establecidas en el CTE (DB) en función del uso al que vayan a estar destinados. Los pavimentos pueden ser:

- solado fijo (pavimento o solera de hormigón)
- un solado flotante<sup>(20)</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.).

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

El geotextil de protección entre la lámina y la capa de protección es siempre GEOMEV 150

**Grava<sup>(21)</sup>.** Se debe tener en cuenta lo anteriormente comentado sobre 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 realizan con losas INVERLOSA.

- La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero.
- La grava suelta sólo puede emplearse en cubiertas cuya pendiente sea menor que el 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.





El geotextil de protección entre la lámina y la grava es siempre GEOMEV 150.

Si la grava es de canto rodado, no es obligatorio el uso de geotextil

**Ajardinada.** Este sistema puede emplearse en cubiertas verdes extensivas, semi intensivas e intensivas, cuando se dan las siguientes condiciones:

- Aislamiento térmico con alta resistencia a compresión al 10 % de deformación (PIR  $\geq$  120 kPa, XPS y Perlita  $\geq$  200 kPa).
- Creación de una zona libre de vegetación, de aproximadamente 30 cm de ancho, alrededor de todo el perímetro y puntos singulares de la cubierta. En estas zonas, la vegetación es reemplazada por grava o pavimento.
- En caso de que no se prevea una capa de protección y drenaje en el sistema de cubierta ajardinada, se debe colocar una lámina de protección sobre la lámina antes de la aplicación del sustrato<sup>(22)</sup> y vegetación<sup>(23)</sup>, que consiste en una lámina de drenaje y un geotextil (capa de separación).
- Para cubiertas ajardinadas se debe utilizar TPO  $\geq$  1,5 mm de espesor.
- Se recomienda adherir o fijar a todo el soporte la lámina de TPO, pero no es obligatorio siempre que la pendiente sea  $\leq$  5 %. Para pendientes superiores, es obligatoria la fijación mecánica al soporte.
- Solo los fertilizantes de liberación lenta (tipo osmocote) están permitidos.
- Adaptar la capacidad de carga de la plataforma de cubierta en función de las cargas esperadas, incluido el peso de la vegetación, el agua, el tránsito durante el mantenimiento, etc.
- Diseñar un sistema de evacuación de pluviales apropiado.
- En el caso de cubierta ajardinada extensiva, el sustrato vegetal está constituido por una capa  $\geq$  6 cm de sustrato. La vegetación debe ser de plantas de pequeño porte y mínimo tejido radicular, constituidas 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 lámina impermeabilizante. En el caso de reposición de la vegetación, se extremará esta medida.

**Cubierta Invertida.** Una vez finalizada la impermeabilización, se coloca una capa de placas de aislamiento térmico encima de la lámina, siguiendo

<sup>(22)</sup> La Tierra vegetal tendrá la composición y el espesor adecuados al tipo de vegetación especificada.

<sup>(23)</sup> Vegetación: Deberán ser plantas de pequeño porte y mínimo tejido radicular.

las indicaciones del fabricante del aislamiento. A continuación, se coloca una capa de protección sobre el aislamiento (GEOMEV 150) y se lastra usando alguno de los materiales indicados anteriormente.

### 7.2.2 Sistema Adherido

#### Sistema parcialmente adherido con EVERGUARD TPO Fleeceback.

Una vez limpia y preparada la superficie del soporte (lámina bituminosa o panel de aislamiento THERMAZONE ALU R o sp), esta debe ser verificada por BMI o un instalador RoofPro homologado antes de aplicar sobre ella, la espuma TEROSON TK 400.

La espuma se aplica mediante un aplicador mecánico, al que previamente se coloca el bote de espuma, en tiras paralelas de aproximadamente 30 mm de ancho, en el sentido longitudinal de la lámina bituminosa existente de forma continua, lo más equidistantes posible entre ellas.

El número de estas tiras depende de la cantidad de superficie a cubrir en función del cálculo de succión al viento (punto 8), pero siempre debe aplicarse un mínimo de 3 tiras por metro lineal, lo más equidistantes posibles con una separación aproximada entre ellas de 33 cm.

A continuación, se desenrolla la lámina EVERGUARD TPO FLEECEBACK sobre el soporte con el adhesivo y se pasa una escoba, que no sea un cepillo de raíz, a lo largo de toda su superficie para garantizar una adherencia adecuada.

Finalmente, se lleva a cabo la soldadura de todos los solapes ( $\geq$  5 cm), para garantizar la total estanqueidad de la cubierta.

Se deben utilizar los componentes necesarios para la resolución de encuentros y puntos singulares al igual que en el TPO SMOOTH.

### 7.2.3 Sistema fijado mecánicamente

Este sistema (láminas EVERGUARD TPO SMOOTH o EVERGUARD TPO EXTREME) se instala principalmente sobre un soporte constituido por chapa grecada de acero (espesor  $\geq$  0,7 mm<sup>(24)</sup>) y un aislamiento térmico BMI THERMAZONE ALU. Aunque, se puede utilizar sobre otro tipo de soportes (punto 7.1.1) seleccionando la fijación apropiada para cada uno de ellos.

En función del tipo de soporte y el tipo de actuación (obra nueva o rehabilitación) es necesario la colocación de capas de separación sobre el soporte, siendo estas, las mismas que las empleadas en los sistemas lastrados (ver 7.1.3).

Las láminas se desenrollan sin tensión sobre el soporte, con un solape longitudinal entre láminas de

<sup>(24)</sup> En caso de espesores inferiores, el beneficiario del DIT debe de informar a la constructora de las correcciones a realizar para el cálculo del número de fijaciones.



120 mm con fijación mecánica y  $\geq 50$  mm en los solapes transversales sin fijación mecánica.

En general, en su instalación se debe tener en cuenta:

- La fijación elegida debe ser lo suficientemente larga para que sobresalga de la chapa grecada o penetre en el soporte  $\geq 20$  mm.
- Las fijaciones de deben colocar en la zona de los solapes longitudinales entre láminas.
- Las fijaciones en las chapas grecadas, se colocan en el centro del alto de cresta, estando la lámina colocada perpendicularmente a la dirección de las crestas. Estas fijaciones están en las zonas de solape, alineadas a los bordes de lámina, siendo la distancia entre el borde de lámina y el borde de la cánula plástica o plaqueta metálica mayor de 1 cm.
- Las fijaciones de colocan los más equidistantes posibles entre ellas, en función del número de fijaciones/m<sup>2</sup>. La distancia mínima entre fijaciones es de 15 cm y la máxima 40 cm (dependiendo de la onda de la chapa, altura edificio, altura de petos y cálculo: CTE).
- El número mínimo de fijaciones por metro cuadrado depende del cálculo de fijaciones realizado por BMI Expert, que considera las exigencias de succión al viento recogidas en el CTE, DB-SE-AE (ver 8.1).
- En el caso de la presencia de un aislamiento, este debe quedar fijado al soporte resistente con 2 fijaciones/m<sup>2</sup> como mínimo, que no deben coincidir con las juntas entre paneles y siempre manteniendo el mínimo número de fijaciones por panel establecido por el tipo de aislamiento.
- Chapa conformada metálica. Debe tener una flecha máxima de 1/200 de luz entre apoyos, considerando que sobre ella actúa la combinación de las cargas permanentes de la cubierta, incluyendo las más elevadas: mantenimiento de la cubierta y nieve.

Este sistema de fijación mecánica incluye dos tipos de fijaciones en función de su unión con la lámina: inducción o perforación.

**Sistema con perforación de la lámina.** En estos sistemas, el más tradicional, las fijaciones atraviesan la lámina inferior en la zona de solape longitudinal.

La fijación de la lámina comienza en un extremo de la lámina, y continua con el extremo opuesto de la misma, estirándola de manera que quede lo más lisa posible. La siguiente fijación se sitúa en el centro del solape (longitudinal-lateral) y continua hacia ambos extremos de la lámina, evitando arrugas o deformaciones permanentes de la lámina

Se utiliza una herramienta de ajuste automático o un destornillador eléctrico con control de embrague automático, para lograr una instalación homogénea de los elementos de fijación. La colocación o instalación incorrecta de los elementos de fijación puede no solo reducir el rendimiento respecto a la succión por el viento del sistema, sino también crear problemas durante la soldadura de las juntas.

Todos los elementos de fijación deben estar correctamente ajustados verticalmente en la cubierta. Tenga cuidado de no sobre-apretar los elementos de fijación, ya que esto reducirá el valor de arrancamiento de los mismos. Cuando los elementos de fijación están correctamente anclados con la profundidad de incrustación adecuada, las placas/arandelas deben estar niveladas con la lámina para no causar ninguna deformación.

En láminas con anchos de rollo 1,52 m o 2,44 m, en el caso de requerirse un número mayor de fijaciones y ya no sea posible su colocación en el borde de lámina y su posterior cubrición con el solape de la otra lámina; se pueden colocar en el centro de la lámina. Estas líneas de fijaciones se cubren con una banda de puenteo compuesta de lámina de TPO SMOOTH o EXTREME de 150 mm de ancho, y se suelda a la lámina existente para evitar el paso del agua a través de las fijaciones.

Otra opción, es realizar el corte de lámina tal y como se recomienda en los cursos de la BMI Academy para adatarlos a las indicaciones de los cálculos de fijación realizados por BMI Expert, la oficina técnica de BMI.

**Sistema por inducción.** La lámina se suelda a la cabeza de la fijación por inducción, sin perforación de la lámina.

En este caso, las fijaciones pueden colocarse fuera de la zona de solape, cuando se requiera un mayor número de fijaciones que las empleadas en los solapes.

Pueden utilizarse anchos de rollo EVERGUARD TPO de hasta 3,65 m.

La fijación del aislamiento térmico en estos sistemas se realiza con las mismas fijaciones de inducción (ver colocación del aislamiento).

Posteriormente, se colocan sobre los paneles, el resto de fijaciones de inducción necesarias para la lámina impermeabilizante y siempre manteniendo el mínimo de fijaciones por panel establecido por el fabricante de aislamiento.

Las fijaciones se instalan de manera que la plaqueta no quede suelta y a nivel del aislamiento. No se debe apretar en exceso, ya que puede deformar la plaqueta y hundirse en el aislamiento. En el caso donde se deformen las plaquetas, estas fijaciones deben ser retiradas y se debe instalar otra fijación justo al lado, sin usar el mismo agujero.

Después de la instalación de las fijaciones, se debe limpiar la cubierta para que quede libre de restos y suciedad. Esto es crítico para evitar pinchar la membrana u obtener una soldadura de baja calidad.

Una vez colocada la lámina, se lleva a cabo su unión a las fijaciones mediante un equipo de inducción.

Estas fijaciones no pueden quedar expuestas más de 48h. Las placas de inducción instaladas deben cubrirse con la membrana al final de cada día de trabajo.



Una vez colocada la lámina sobre las plaquetas de inducción, se recorre la cubierta con un útil que realiza el marcado de dichas plaquetas con "azulete".

De esta forma, se puede posicionar la máquina de inducción por encima de cada plaqueta, aplicando el campo de inducción, generando el calor únicamente en la plaqueta y soldando la lámina que se encuentra superiormente.

Realizado este proceso, automáticamente después de quitar el equipo de inducción de la placa, se coloca un bastón con un imán, por encima de la lámina, presionando a esta sobre la plaqueta para que se adhiera perfectamente, a la par que disipa el calor generado por el proceso de inducción.

Una vez adherida la lámina inferior del solape, se lleva a cabo la soldadura entre láminas. Los solapes son de 5 cm, tanto longitudinal como transversalmente.

### 7.3 Puntos singulares

**Entrega a paramentos verticales.** En los encuentros de la impermeabilización con los paramentos verticales, se siguen las indicaciones del DB-HS1 (Apartado 2.4.4.1.2<sup>(25)</sup>).

Los umbrales de puertas, alféizares de ventanas o pasos de conductos deben estar situados a una altura mínima de 20 cm por encima del nivel más alto de la superficie de la cubierta una vez acabada (lámina vista, lastre o pavimento) para evitar que cuando haya acumulación de nieve o agua por obstrucción de desagües, o salpiqueo de lluvia, la humedad pueda pasar al interior.

En el caso de cubiertas transitables o no transitables con protección pesada, en los encuentros con paramentos impermeabilizados in situ con morteros, puede reducirse la altura de 20 cm antes indicada, considerando que dichos morteros deben 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, la lámina de TPO se prolonga en vertical 20 cm sobre la capa de protección para proteger la impermeabilización de la perforación de las raíces. En función del tipo de vegetación puede requerirse protecciones adicionales (paneles de aislamiento térmico de XPS, INVERLOSA, etc.).

#### Perfil colaminado EVERGUARD TPO.

Cuando la entrega a paramentos verticales se realiza dejando vista la banda de conexión de la lámina, la

sujeción puede realizarse mediante perfiles colaminados EVERGUARD TPO, a los que se debe soldar la banda de lámina que sube por el paramento (Figs. 5a, 5b, 5c y 5d).

Estos perfiles están provistos de una pestaña en su parte superior, que sirve de base a un cordón de sellado elástico e imputrescible, que cubra la ranura entre el perfil y el muro y una junta de estanqueidad por detrás del perfil que se comprime con la fijación no dejando pasar el agua ni el viento.

La fijación de estos perfiles consta de taco y tornillo de acero galvanizado (nunca clavos) y se disponen a una distancia de 25 cm. Los perfiles contiguos deben colocarse dejando un espacio mínimo de 5 a 10 mm.

Existen remates perimetrales donde pueden utilizarse para continuar con la lámina de impermeabilización EVERGUARD hasta la coronación del peto perimetral. En estos casos el perfil colaminado permite adaptarse a la geometría y realizar los goterones necesarios en el borde exterior. (Figs. 6a y 6b)

Estos perfiles sirven también para el encuentro con canalones y de este modo fijar la lámina mediante soldadura por aire caliente en un punto donde no puede fijarse mecánicamente (Fig. 7).

Perfil de chapa metálica. Cuando la entrega a paramentos verticales se desea cubrir con metálica tipo deck, en este caso la fijación mecánica de la chapa a la altura determinada es también la fijación de la lámina EVERGUARD (Fig. 5e).

La protección de la lámina vertical también puede realizarse con chapa metálica en cubiertas lastradas (Fig. 5c).

Retranqueo con protección. Cuando se desea retranquear la banda de conexión de la lámina para ocultarla con un rodapié u otro elemento, el retranqueo debe tener una profundidad  $\geq 5$  cm desde la superficie externa del paramento y una altura que permita a la lámina llegar hasta el nivel requerido, quedando una distancia  $\geq 5$  cm entre el borde de la lámina y la parte superior del retranqueo, para permitir un correcto agarre del rodapié o de la protección final del retranqueo (Figs. 8a y 8b).

Petos con altura inferior a 20 cm o sin petos. En todos los tipos de cubierta de este informe, en el caso de que la altura del peto no supere los 20 cm o no haya, la entrega podrá realizarse de las siguientes formas:

- **Goterón.** Mediante un perfil de chapa colaminado en forma de ángulo que descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón. Este perfil se fija al paramento por su ala horizontal, la cual debe tener una anchura mayor de 6 cm,
- 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.

<sup>(25)</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 de del elemento vertical se realizará hasta esta altura.

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:



mediante anclajes situados a una distancia entre sí menor de 25 cm. La lámina se suelda al perfil de chapa colaminado, de forma que la cabeza de los tornillos quede oculta.

- *Sin petos.* Se dobla sobre la arista la banda de conexión de la lámina de TPO y se fija mediante perfiles o pletinas de chapa colaminada.

Los perfiles llevan una pestaña a modo de goterón. Las pletinas se fijan en el canto del forjado saliente, dejando que descienda 1 cm, aproximadamente, por debajo de la arista que forma con el techo del forjado. Los perfiles con pestaña saliente o las pletinas se fijan al paramento descendente mediante anclajes situados a una distancia entre sí menor de 25 cm. La banda de conexión cubre el borde, soldándose a los perfiles o pletinas, de forma que la cabeza de los tornillos quede oculta.

- *Albardilla de piedra o cerámica.* Los recubrimientos de TPO deben estar totalmente adheridos (Adhesivos 3.3) al soporte en toda su longitud y deben detenerse a una distancia suficiente del borde de la pared para permitir una buena fijación (adhesión) de la albardilla de piedra a la pared sin comprometer la estanqueidad del detalle. Se debe asegurar que el recubrimiento TPO se extiende más allá de la parte superior de la pared vertical y que esté asegurado por la albardilla de piedra.
- *Albardilla metálica.* Se fija mecánicamente un tablón de madera (u otro tipo de material liso que permitan la posterior fijación de la lámina y la albardilla) sobre el muro que lo cubra totalmente, y se prolonga la lámina de impermeabilización hasta que cubra el tablón y retorne 50 mm. Se debe asegurar que el borde inferior del remate metálico sobrepase el tablón 25 mm, como mínimo.

Esquinas interiores y exteriores. Para facilitar la conexión de la lámina con los paramentos ascendentes e instalar las preceptivas piezas de refuerzo prefabricadas de rincones y esquinas (Fig. 9). Los planos del soporte deben encontrarse en ángulo recto, sin los chaflanes o escocias prescritos para otros tipos de láminas.

Se colocan mediante soldadura de aire caliente en toda la superficie del componente.

**Anclajes perimetrales.** Este se puede realizar mediante su fijación en los paramentos verticales como se indica en el punto anterior o mediante la utilización de barras de fijación mecánica o fijaciones cada 25 cm, siendo también posible la fijación con la superposición de la chapa del paramento, que debe estar fijada mecánicamente al soporte estructural vertical (Fig. 5e).

La lámina de cubierta no debe ser continua y se interrumpe en el encuentro con el perímetro, donde se le suelda con aire caliente una nueva lámina EVERGUARD TPO, para mejorar las prestaciones frente a los movimientos de cubierta y fachada.

Esta lámina TPO que remonta sobre el paramento vertical, se adhiere en todo su ancho al soporte vertical con TPO Contact Adhesive.

**Elementos pasantes.** Todas las penetraciones circulares y de forma singular que atraviesen la lámina deben recubrirse utilizando pasatubos.

Se deben utilizar pasatubos prefabricados a base de TPO (Cónico VENT BOOT o SPLIT PIPE BOOT) provistos de ala rígida o de una corona de conexión, compuesta por el mismo material EVERGUARD TPO con el que se realiza la lámina, con una anchura mínima de 6 cm de diámetro, a la que se suelda la lámina impermeabilizante.

Estas piezas especiales ayudan a resolver la estanqueidad, siendo necesaria la colocación de una abrazadera metálica en la parte superior, así como un sellado con mástico (Figs. 10a y 10b).

No se pueden utilizar estas piezas especiales para salidas de gases a alta temperatura. Para ello es necesario realizar un elemento que permita la salida de los gases, aislado térmicamente y que no deteriore la lámina.

Para otros elementos como conexiones eléctricas se recomienda realizar un "cuello de cisne" para garantizar la estanqueidad y protección de estas conexiones.

Los encuentros de geometría compleja donde la utilización de una pieza especial o lámina EVERGUARD no es la opción más adecuada. Estos puntos se tratan con una impermeabilización líquida (BMI Sealoflex Última, ETA 19/0536) que se aplica en el encuentro especial mediante rodillo, en distintas capas, con su imprimación previa (Sealoflex Última TPO Primer) y aplicando la armadura intermedia (Sealoflex Última Reinforcing Fabric) entre capas.

En los puntos donde se instalen paneles solares fotovoltaicos, se coloca Powergrip Plus (Fig. 10c). Su parte metálica se fija mecánicamente mediante tornillos OMG de diámetro 6,7 mm descritos en el anexo 1 de fijaciones al soporte y a continuación, se suelda con calor el collarín superior formado con lámina EVERGUARD TPO sobre la lámina principal.

**Desagües.** Para la realización de los sumideros, se siguen las indicaciones del DB-HS1 (Apartado 2.4.4.1.4).

Todos los sumideros vistos deben estar dotados de un dispositivo adecuado (rejilla, alcachofa, paragravillas, etc.) para retener cualquier elemento que pueda obturar las bajantes (Fig. 11a).

En cuanto a los rebosaderos Se deben utilizar rebosaderos EVERGUARD prefabricados a base de EVERGUARD TPO, provistos de ala rígida o de una corona de conexión del mismo material con el que se realiza la lámina, con una anchura mínima de 10 cm, a la que se suelda la lámina impermeabilizante (Fig. 11b).



Para este tipo de remates, únicamente es válida su unión a la lámina mediante soldadura termoplástica con soldador de aire caliente.

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

**Canalones.** Para la realización de entregas de la lámina directamente al canalón sin peto perimetral, la lámina se suelda por aire caliente a la chapa colaminada, que sirve de punto de anclaje. Esta chapa colaminada previamente ha sido fijada mecánicamente al soporte resistente y de este modo, la lámina vierte las aguas al canalón, siguiendo siempre las indicaciones del DB-HS1 (Fig. 7).

**Junta de dilatación.** Siempre es necesario respetar las juntas de dilatación estructural según las indicaciones del DB-HS1 (Apartado 2.4.4) y el soporte base respetará la junta estructural y la anchura de la junta debe ser  $\geq 3$  cm.

La junta de dilatación estructural se resuelve con una banda de protección. El tratamiento de las juntas del soporte base es diferente según la relación de la lámina con el soporte y la flexibilidad de la lámina. Las bandas según el sistema constructivo se resolverán con láminas EVERGUARD TPO.

Primero se ejecuta la lámina impermeabilizante hasta llegar hasta el borde de la junta de dilatación, interrumpiéndose al llegar a ésta. La lámina de TPO se fija mecánicamente en ambos lados de la junta de dilatación usando placas y tornillos apropiados, fijados cada 250 mm como máximo entre ellos (Fig. 12a).

A continuación, se coloca un cordón comprimible de diámetro  $\geq 50$  mm mayor a la abertura de la junta y se dispone una banda de refuerzo superior de junta, centrada sobre la junta y  $\geq 30$  cm de ancho, adherida a la impermeabilización mediante soldadura termoplástica con soldador de aire caliente, haciendo un pequeño fuelle hacia arriba.

En el caso de la junta de dilatación elevada, se realiza el tratamiento como si de un peto perimetral se tratase. Primero se coloca la lámina en su posición horizontal, fijando mecánicamente la misma con un espaciado máximo de 250 mm entre fijaciones. Habiendo instalado los paneles de aislamiento térmico en posición vertical para evitar el puente térmico, se coloca la lámina vertical y se suelda por encima de la lámina horizontal colocada previamente. Se utiliza TPO contact adhesive en combinación con fijaciones mecánicas en la parte superior. Posteriormente, se coloca la chapa de coronación que garantice la estanqueidad y que además permita el movimiento (Fig. 12b).

**Pasillo de mantenimiento EVERGUARD WALKWAY (W).** Antes de la instalación del pasillo de mantenimiento, la cubierta debe estar desprovista de asperezas, agua, hielo y objetos afilados y ásperos (tornillos, metales).

Su instalación se realiza sobre la lámina EVERGUARD TPO, EVERGUARD TPO Extreme o EVERGUARD TPO Fleeceback mediante soldadura de aire caliente, colocando tramos de 3 m como máximo, dejando al menos 25 mm de separación entre tramos para facilitar la escorrentía del agua. En zonas de solape de láminas, la distancia entre tramos de pasillo es de 100 mm.

#### 7.4 Mantenimiento y reparaciones

Se deben de tener en cuenta las especificaciones indicadas en el CTE, parte I y en el DB-HS1 - Apdo. 6, y 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 lámina juntas, fijaciones, sellados, accesorios, etc.

En el caso de cubierta no transitable autoprotectida, se deben realizar al menos 2 visitas al año, eliminando sustancias extrañas y charcos de agua, corrigiéndose este defecto.

En el caso de cubierta ajardinada, se debe prestar 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 lámina.

Además, para cubiertas con garantía de solución del programa Roof Pro se sigue la guía de mantenimiento de cubiertas de BMI.

En aquellas zonas dañadas, se suelda una pieza de la misma lámina cubriendo toda la zona afectada. Se debe reparar siguiendo las mismas indicaciones descritas en la puesta en obra de la lámina impermeabilizante.

En muchos casos, la impermeabilización esta tan sucia que es mejor colocar el refuerzo debajo de la impermeabilización existente que sobre ella. Con este método se logra una mejor soldadura.

El refuerzo está hecho de la misma lámina que la lámina existente. La pieza de reparación debe sobresalir al menos a 50 mm del área dañada

La colocación de esta reparación se debe realizar siguiendo las indicaciones descritas en la puesta en obra de la lámina impermeabilizante.

#### 7.5 Pruebas de servicio

Con respecto a la estanquidad de la cubierta es recomendable realizar una prueba de servicio al finalizar la ejecución de la lámina impermeabilizante, como se indica en la UNE 104416:2009, punto 13. Dichas pruebas deben realizarse y certificarse.

Todas las soldaduras requieren sistemáticamente una combinación de inspección visual, pruebas mecánicas y pruebas destructivas para asegurar una calidad consistente de las juntas soldadas.

Inspección visual. Todas las juntas deben revisarse visualmente durante la soldadura para aplicar los



ajustes apropiados a los parámetros de la soldadora. Una junta correctamente soldada debe ser continua, sin huecos ni arrugas.

Después del periodo de enfriamiento, debe poder apreciarse claramente un cordón de soldadura fino en el borde de la lámina TPO. Dicho cordón sobresale más durante la soldadura manual.

Si se percibe decoloración de la lámina junto a la soldadura o dentro de la misma, la temperatura de soldadura ha sido demasiado alta o la velocidad de soldadura ha sido demasiado lenta y debe corregirse.

Además, se puede verificar las uniones utilizando una aguja metálica roma (con punta redondeada con un radio entre 1 mm y 3 mm), pasándola a lo largo del canto de la unión, en un ángulo  $> 10^\circ$  y  $< 30^\circ$ .

**Pruebas destructivas.** Debido al número de variables que influyen en el resultado de la soldadura, es necesario realizar sistemáticamente algunas pruebas destructivas sobre material de desecho (1 m) antes de empezar a soldar.

Las pruebas se deben realizar al principio de cada día de trabajo y cada vez que se interrumpa el proceso de soldadura (por ejemplo, por fallo de corriente, apagado de la soldadora, cambio de las condiciones del lugar de trabajo y después de la comida).

Se deja que la soldadura se enfríe lo suficiente (mín. 15 minutos) y se corta algunas tiras pequeñas de 50 mm de ancho a lo largo de la soldadura (longitud mínima 150 mm a cada lado de la junta).

La prueba destructiva consiste en una prueba de pelado y un control visual de la junta. Separe las muestras y compruebe si obtiene una soldadura consistente. La junta no debe separarse (soldadura en frío). La delaminación completa de la lámina del refuerzo de la armadura indica que la junta se ha soldado correctamente.

## 8. CRITERIOS DE DISEÑO Y CÁLCULO

Las láminas TPO pueden ser instaladas en renovaciones de cubiertas antiguas con pendiente cero, con lastre, adheridas totalmente o fijadas mecánicamente siempre y cuando la estructura pueda soportar la carga adicional de posible agua encharcada (8.3 Dimensionado del desagüe) y que las soluciones de los puntos singulares sean realizadas según se indican en este documento de manera que no haya posibilidad de penetración de agua.

Pendientes cero no se recomiendan en cubiertas ajardinadas, a menos que dispongan de sus sistemas de drenaje, para que no se sature la capa de vegetación. Así mismo, no se recomienda en cubiertas invertidas donde una mayor permanencia de agua en la cubierta podría disminuir las prestaciones del aislamiento térmico.

<sup>(26)</sup> Los coeficientes máximos de succión al viento son:  $q_b = 0,5$ ,  $C_e = 3,7$ , y  $C_p = -1,8$  (área tributaria  $> 10 \text{ m}^2$ ), para edificios de hasta 30 m. La presión máxima es de 3330 Pa.

## 8.1 Viento

Estos sistemas, una vez instalados, deben cumplir con las exigencias de succión al viento recogidas en el CTE.

**Sistemas adheridos.** El sistema parcialmente adherido con espuma Teroson TK 400 a la lámina EVERGUARD FLEECEBACK mediante tiras de 3 cm de espesor cada y una separación entre ellas de 33 cm presenta una resistencia de succión al viento de 2,3 y 3,0 kPa sobre un soporte de BMI THERMAZONE ALU y lámina asfáltica, respectivamente.

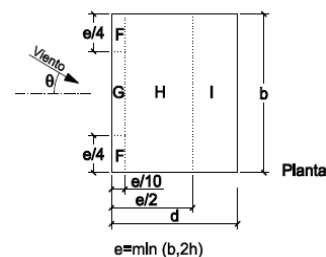
Cuando se requieran mayores valores succión al viento en función del CTE<sup>(26)</sup>, se puede incrementar el número de líneas de adhesivo reduciendo su separación. Este cálculo debe ser realizado por BMI.

**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  $c_p$ , los valores recogidos en la tabla adjunta.

Cubierta con parapeto	Coeficiente presión exterior $C_p$ : zona cubierta			
	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>(27)</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.

<sup>(27)</sup> Los valores de succión obtenidos empleando este coeficiente son superiores a los recogidos en la norma UNE 104416:2013.





**Grava.** Se debe considerar como elementos con área tributaria  $\leq 1 \text{ m}^2$  (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  $\geq 16 \text{ mm}$ , recomendándose  $\geq 20 \text{ mm}$  en caso de cubiertas con requerimientos de succión de viento altos ( $> 90 \text{ kg/m}^2$ ).

Esta capa de grava debe tener un espesor  $\geq 5 \text{ cm}$ , independientemente de los datos de succión al viento, para proteger la lámina de la intemperie.

**Solado continuo.** A efectos de viento, los solados deberán tener un espesor  $\geq 3 \text{ cm}$  y una masa  $\geq 40 \text{ kg/m}^2$  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).

**Losa filtrante INVERLOSA.** Esta se debe considerar como elementos con área tributaria menor de  $1 \text{ m}^2$ . En el caso que resulte preciso, en esquinas y zonas perimétricas, el lastre complementario de las baldosas (cuyo peso aproximado es de  $60 \text{ kg/m}^2$ ) 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 la losa.

**Sistemas fijados mecánicamente.** El número de fijaciones por  $\text{m}^2$  empleadas debe superar el valor de succión (Pa) calculado conforme al DB-SE<sup>(28)</sup>. La succión (Pa) que soporta el sistema resulta de multiplicar el número de fijaciones/ $\text{m}^2$  por la  $W_{adm}$  determinadas en el ensayo de succión:  $867\text{-N}/\text{fijación}$  para el sistema fijado mecánicamente con perforación y de  $1100 \text{ N}/\text{fijación}$  por inducción. Este valor puede variar en función de la fijación empleada, ver anejo 1, para los sistemas con perforación de la membrana.

El número de fijaciones por  $\text{m}^2$  está determinado por los cálculos de viento realizados por BMI Expert, la oficina técnica de BMI para dar soporte en proyectos.

## 8.2 Corrección de transmitancia térmica por precipitaciones<sup>(29)</sup>

Es necesario tener en cuenta las correcciones de la transmitancia térmica debido a los efectos de:

- Huecos en el aislamiento.
- Fijaciones metálicas en la capa del aislamiento.
- Precipitación en cubiertas invertidas.

<sup>(28)</sup> En los sistemas fijados mecánicamente se debe tener en cuenta en el momento del cálculo de la succión del aire, que el área tributaria (DB SE) es menor de  $1 \text{ m}^2$ .

<sup>(29)</sup> Esta corrección se contempla en la Norma UNE-EN ISO 6946:2020. Esta corrección no se tiene en cuenta ni en el CTE DB-HE, ni en el Catálogo de Elementos Constructivos del CTE.

Estas correcciones se llevarán a cabo según se indica en la norma UNE-EN ISO 6946<sup>(30)</sup>.

## 8.3 Sobrecargas de uso

A efectos de sobrecarga, el pavimento continuo debe 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.

## 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.

## 9. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Según indica el beneficiario del DIT, la fabricación e instalación del sistema se viene realizando desde el año 1980 y hasta la fecha, la superficie total ejecutada asciende aproximadamente a más de  $6 \cdot 10^8 \text{ m}^2$ . El fabricante aporta como referencia las siguientes obras:

- Centros Logísticos Amazon +  $300\,000 \text{ m}^2$ . Illescas 1 y 2 (Toledo), Onda (Castellón), Figueras (Girona), Sevilla, Oviedo (Asturias), Murcia, La Muela 1 y 2 (Zaragoza). 2017 / 2018 / 2019 / 2020 / 2021.
- Rehabilitación Tiendas Decathlon España  $100\,000 \text{ m}^2$ . 2018 / 2019 / 2020 / 2021.
- Rehabilitación Tiendas Ikea España.  $120\,000 \text{ m}^2$ .
- Centro Logístico Lidl  $40\,000 \text{ m}^2$  Nanclares de Oca, Vitoria, 2020.
- Rehabilitación Mercado Mayorista Alimentos Ecológicos en Mercabarna (Barcelona),  $5500 \text{ m}^2$ , 2019.
- Supermercados Lidl España  $50\,000 \text{ m}^2$ .
- Rehabilitación Centro Logístico IKEA  $100\,000 \text{ m}^2$ . Valls (Tarragona), 2021.
- Plaza del Duque Shopping Center  $4000 \text{ m}^2$ . Costa Adeje (Tenerife), 2019
- Centro Logístico Decathlon ZAL  $100\,000 \text{ m}^2$  El Prat (Barcelona), 2021.
- Planta productiva NATAC BIOTECH  $4.800 \text{ m}^2$  Hervás, (Cáceres), 2020.
- Centro Logístico Estrella DAMM,  $37\,000 \text{ m}^2$  El Prat (Barcelona), 2019.
- Rehabilitación CC El Tormes  $13\,000 \text{ m}^2$  Salamanca, 2018.

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.

<sup>(30)</sup> UNE-EN ISO 6976:2021 Componentes y elementos para la edificación. Resistencia térmica y transmitancia térmica. Método de cálculo.



## 10. ENSAYOS

Los ensayos que figuran a continuación se recogen en el ETA 12/0153, los realizados en el IETcc y en otros laboratorios.

### 10.1 Características de las láminas

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

### 10.2 Prestaciones del sistema

**Comportamiento a fuego exterior.** Clasificación conforme a UNE-EN 13501-5, B<sub>roof</sub>(t1) para soportes: PIR y panel de MW y B<sub>roof</sub>(t4)<sup>(31)</sup> sobre soporte de madera y MW.

**Reacción al fuego.** Clasificación E (UNE-EN 13501). Clase E.

**Succión al viento.** Los ensayos de succión al viento se realizan sobre los sistemas adheridos y fijados mecánicamente (UNE-EN 16002).

**Sistema parcialmente adherido.** Los ensayos se llevan a cabo sobre la lámina FLEECEBACK intemperie autoprottegida adherida con espuma de adherencia TEROSON TK 400 de 3 cm de anchura. Se indica la carga del ensayo en función de la superficie de adhesivo empleada, con una corrección del 1.5<sup>(32)</sup>.

Lámina	soporte	Líneas adhesivo cada	Wadm N / m <sup>2</sup>
1.2 mm	THERMAZONE ALU	33 cm	2333
	Lámina bituminosa	33 cm	2000

**Sistema fijado mecánicamente con perforación**<sup>(33)</sup>. Los ensayos se llevaron a cabo sobre:

- Chapa grecada de acero, tipo "106/250/3", 106 mm altura y 0.75 mm de espesor.
- Aislamiento térmico THERMAZONE ALU Sp 100 mm de espesor.
- Drill-Tec XHD or Drill Tec SXHD (ETA 12/0153)
- EVERGUARD TPO con 1,2 mm de espesor.
- Fijación Drill-Tec XHD o Drill Tec SXHD + Drill-Tec 2 3/4 barbed XHD o Drill-Tec 2 3/4 barbed SXHD con carga característica de 1500 N.

Lámina	Fijación	Wadm N / fijación
EVERGUARD TPO	Drill-Tec XHD or Drill Tec SXHD+ Drill-Tec 2 3/4 barbed XHD or Drill-Tec 2 3/4 barbed SXHD	867*

\*Con un factor de corrección de 1,5

<sup>(31)</sup> ETA 12/0153: Broot(t1) y test report 19655B warringtonfire: Broof(t4)

<sup>(32)</sup> Informe FN 31263 y FN 31293 BMI.

<sup>(33)</sup> Valores obtenidos del ETA 12/0153.

<sup>(34)</sup> Informe FN 31243 BMI.. Combinación OMG XHD + OMG 80 mm Rhinobond Insulation Plate.

### Sistema fijado mecánicamente por inducción.

- Chapa de aluminio Al 20/125 y 0.70 mm de espesor.
- Aislamiento térmico ISOVER FLP 1 100 mm de espesor.

Lámina	Fijación	ETA n.º	Wadm N / fijación
EVERGUARD TPO 1.2 mm	OMG Rhinobond <sup>(34)</sup>	09/0337	1160*
	SFS isoweld <sup>(35)</sup>	08/0262	1104*

\*Con un factor de corrección de 1,5.

El colapso del sistema se debe principalmente a la rotura de la lámina en unión con la fijación

**Resistencia pelado lámina - fijación.** Se lleva a cabo el ensayo conforme al EAD 030351-00-0402, punto 2.2.2.1, inicialmente y envejecido 168 d a 70 °C<sup>(36)</sup>.

Fijación	Inicial (N/50 mm)	168d 70 °C (N/50 mm)
OMG Rhinobond	1180	1267
SFS isoweld	1162	1212

**Pelado al soporte.** El pelado se realizó con:

- EVERGUARD TPO Fleeceback + TEROSON TK 400 en tira + lámina asfáltica
- EVERGUARD TPO Fleeceback + TEROSON TK 400 en tira + THERMAZONE ALU.

Sin envejecer y envejecidas 28 días a 80 °C. La tabla muestra valores máximos y medios (N/50 mm)<sup>(37)</sup>.

TPO Fleeceback + TEROSON TK 400 (máximo / promedio)		
Soporte	Inicial	28d 80 °C
Membrana bituminosa	37 / 19	43 / 24
THERMAZONE ALU	124 / 96	135 / 107

**Resistencia del solape.** Valor inicial y después de envejecerse 28 d a 70 °C del EVERGUARD TPO (1,2)<sup>(33)</sup>.

Pelado (UNE-EN 12316-2) (N/50 mm)	
Inicial	Aire caliente (L/T) 212 / 236
28d a 70 °C	204 / 258
28d en agua	175 / 200
Cizalla (UNE-EN 12317-2) (N/50 mm)	
Inicial	1200 / 1040
28d a 70 °C	1230 / 1150
7d en agua	1124 / 1020

**Estanqueidad al agua (UNE-EN 1928)<sup>(33)</sup>.** Las láminas de TPO y sus solapes son estancos al agua.

**Estabilidad dimensional (UNE-EN 1107-2)<sup>(33)</sup>.**

Láminas	(%)	
Espesor (mm)	1,2	1,5
EVERGUARD TPO (L / T)	0.31 / 0.16	0.34 / 0.20

<sup>(35)</sup> Informe FN 31239: Combinación FI-P-6,8 + TS-T25 6.0x160 Anexo 49, combinación 49b.

<sup>(36)</sup> Informe FN 0012-2022.

<sup>(37)</sup> Informe 022-2023.



**Resistencia al punzonamiento dinámico y al estático** (UNE-EN 12691 y 12730, método. A y B)<sup>(33)</sup>. Se realizan sobre un espesor de 1,2.

Láminas	P. Estático (kg)	P. Dinámico (mm)
	Método A / B	Método A / B
1.2 mm	20 / 215	400 / 1500

**Propiedades de tracción-alargamiento** (UNE-EN 12311-2)

Láminas(L/T)	Tracción (N/50 mm)	Alargamiento (%)
1.2 mm	1690 / 1480	27 / 25

**Resistencia al desgarro** (UNE-EN 12310-2). No es necesario el ensayo, ya que están armadas.

**Resistencia al desgarro (por clavo)**<sup>(38)</sup> (UNE-EN 12310-1). Los resultados se expresan en N.

Láminas	Resistencia L / T (N)
1.2 mm	525 / 900

**Flexibilidad a bajas temperaturas** (UNE-EN 495-5 después de UV 1000 h (UNE-EN1297) y calor (UNE-EN 1296)<sup>(38)</sup>.

Lámina	Inicial	84 d 70 °C	1000h UV
EVERGUARD TPO	-25 °C	-25 °C	-25 °C

**Resistencia al betún.** Las muestras están 28 d a 70 °C sumergidas en betún (UNE-EN 1548) y se determina la pérdida de peso (%)<sup>(33)</sup>.

láminas	Pérdida peso (%) $\Delta < 5\%$	Flexibilidad T°C $\Delta < 10^{\circ}\text{C}$
EVERGUARD TPO	1.21	Sin daños ni grietas

**Absorción de agua** (UEAtc). Las muestras tras estar sumergidas en agua durante 28 d muestran las siguientes absorciones (%)<sup>(38)</sup>.

Láminas	Absorción agua (%)
Everguard TPO	1.28

**Adherencia interlaminar** (UNE-EN 12316-2). Entre las láminas que componen EVERGUARD TPO<sup>(38)</sup>.

Lámina	Máximo (N/50 mm)	Medio(N/50 mm)
EVERGUARD TPO	201	204
TPO FLEECEBACK	201	204

**Transmisión del vapor de agua** (UNE-EN 1931). La  $\mu$  obtenida es 278 600. Este material se considera barrera de vapor<sup>(33)</sup>.

**Resistencia a la radiación UV.** Las muestras se someten a 1000 horas a una radiación UV y se realizan los ensayos de flexibilidad a bajas temperaturas.

**Resistencia a la exposición a calor** (UNE-EN 1296:2008). Las muestras se mantuvieron a una

temperatura de  $70 \pm 2$  °C, durante un tiempo determinado en función del ensayo a realizar:

- 28 días. Resistencia a la cizalla y pelado del solape.
- 84 días. flexibilidad a bajas temperaturas.
- 168 días. Resistencia del pelado de la fijación-lámina.
- 28 días a 80 °C. Pelado al soporte-

**Resistencia a la penetración de raíces.** EVERGUARD TPO, cumplen con el ensayo de resistencia a la penetración de raíces<sup>(39)</sup>.

**Resistencia al granizo** (UNE-EN 13583). El resultado es de 39 m/s sobre soporte blando y 29 sobre duro<sup>(40)</sup> BDA 0139

**Resistencia a productos químicos líquidos, incluyendo el agua** (UNE-EN 1847:2000). Cumple con anexo C de UNE-EN 13956;2013)

**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.

**Influencia de la membrana contacto con agua potable.** Este ensayo establece si el producto evaluado modifica las propiedades del agua potable cuando está en contacto con él<sup>(41)</sup>

Periodo de migración	Olor (TON)	Turbidez (FNU)	Color (mg/L Pt)	Espumado
1	5	$\leq 0,2$	$\leq 2$	Leve
2	5	$\leq 0,2$	$\leq 2$	Leve
3	4	$\leq 0,2$	$\leq 2$	Leve
5	4	---	---	No
7	$\leq 2$	---	---	No
9	$\leq 2$	---	---	No
Requisito	$\leq 2$	$\leq 0,5$	$\leq 10$	--

## 10.5 Compatibilidad entre los componentes del sistema

Los diferentes componentes recogidos en este DIT son compatibles entre sí. Las capas auxiliares, geotextiles y/o drenajes, tienen las funciones de separación física (independencia entre capas), filtración, protección y drenaje.

Debe respetarse el orden de colocación de los diferentes componentes, recogido en este DIT, para el comportamiento óptimo del sistema.

## 11. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO

La evaluación de este Sistema se lleva a cabo teniendo en cuenta los requisitos esenciales recogidos en el Reglamento de Productos de la Construcción (RPC 305/2011) y las exigencias básicas recogidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Parte 1: Método de ensayo de materiales de fabricación industrial que estén constituidos o contengan materiales orgánicos o vítreos (esmaltes vítreos o de porcelana). Informe de ensayos 23-B2232-01.

<sup>(38)</sup> KIWA k64211/03 // KIWA 0553-K-21/1.

<sup>(39)</sup> Informe de ensayos Das Kunststoff-Zentrum 201200/19-1 conforme al FLL (2018).

<sup>(40)</sup> Test report BDA 0139-L-11/1.

<sup>(41)</sup> UNE-EN 12873-1:2014. Influencia de los materiales sobre el agua destinada al consumo humano. Influencia de la migración.



## 11.1 Cumplimiento reglamentación Nacional

### 11.1.1 SE - Seguridad estructural

El Sistema no contribuye a este requisito.

### 11.1.2 SI - Seguridad en caso de incendio

EL DB-SI del CTE establece que: *Los materiales que ocupen más del 10 % del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego Broof(t1).*

El sistema EVERGUARD TPO presenta una clasificación Broof(t1) y Broof(t4), para los soportes aquí evaluados y con pendientes < 20°. En otras condiciones, el sistema cumple con esta exigencia siempre y cuando el sistema esté protegido<sup>(42)</sup> por:

- Capa de grava con un espesor mínimo de 5 cm o con una masa  $\geq 80 \text{ kg/m}^2$ .
- Losa de roca o baldosas con un espesor mínimo de 40 mm.
- Una capa de mortero arena/cemento de al menos 30 mm de espesor.

### 11.1.3 SUA - Seguridad de utilización y accesibilidad

El sistema presenta una resistencia mecánica y una estabilidad adecuada frente a las cargas producidas por la acción del viento, lo cual evita el arrancamiento parcial o total del sistema.

### 11.1.4. HS - 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 el 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.

<sup>(42)</sup> Conforme con la Decisión de la Comisión 2000/553/EC del 6 de diciembre de 2000.

### 11.1.5 HR - 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 su amortiguación sonora.

La evaluación de estas prestaciones por parte de sustrato y plantación no han sido objeto de la presente evaluación.

### 11.1.6 HE - Ahorro de energía

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 transmitancia térmica de las cubiertas, se atenderá a lo establecido en el apartado 8.2 del DIT.

## 11.2 Gestión de residuos

El CTE no especifica exigencias relativas al respecto. No obstante, para la gestión de residuos generados durante los procesos de fabricación y puesta en obra del sistema, se seguirán las indicaciones del R.D. 105/2008, la reglamentación local y autonómica vigente y aplicable, así como las instrucciones dadas por el suministrador de los mismos para cada componente. Para ello, el fabricante o el aplicador se adherirá al Plan de Gestión de Residuos del contratista principal.

## 11.3 Condiciones de seguimiento

La concesión del DIT está ligada al mantenimiento de un seguimiento anual del control de producción en fábrica del fabricante y si procede de algunas de las obras realizadas. Este seguimiento no significa aval o garantía de las obras realizadas.

## 11.4 Otros aspectos

### 11.4.1 Declaración Ambiental de Producto (DAP)

La Declaración Ambiental de Producto, DAP (o Environmental Product Declaration, EPD), es un documento o informe normalizado que proporciona información cuantificada y verificable sobre el desempeño ambiental de un producto. Esta herramienta se utiliza para valorar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de productos de conformidad con la Norma Internacional UNE-EN ISO 14025 y EN 15804.

Valoración ambiental en términos de:

- Datos del ACV en forma de categorías de impacto, como por ejemplo potencial de calentamiento global o agotamiento de recursos.



- Otra información del ciclo de vida, como por ejemplo los consumos energéticos de recursos fósiles o renovables en cada etapa.
- Información sobre emisiones contaminantes en la fabricación o contenido de sustancias peligrosas.
- Otra información adicional, como por ejemplo prestaciones del producto relacionadas con aspectos ambientales, sistemas de gestión ambiental o del eco-diseño en la organización, modo de gestionar el fin de vida útil del producto, etc.

La unidad funcional se ha definido de la siguiente manera: la producción, la instalación, incluidos los elementos de fijación, y el procesamiento de residuos de láminas de TPO de 1 m<sup>2</sup> para la impermeabilización de cubiertas, con referencia a la construcción de una vida útil de 90 años.

La vida útil de referencia en las láminas de TPO de BMI para la impermeabilización de cubiertas se establece en 25 años para el cálculo de ciclo de vida en la Declaración Ambiental de Producto.

En base al punto anterior los parámetros medioambientales en lo que el material tiene una contribución específica se certifican en la categoría del sistema de certificación ambiental Verde, Leed y Bream.

**Sistema de Certificación Ambiental (VERDE / LEED / BREEAM).** Las etiquetas para Certificación Ambiental de edificios están disponibles para los productos Láminas de Impermeabilización EVERGUARD TPO y sistema EVERGUARD TPO, están validadas en la plataforma de materiales de GBCe (Green Building Council España). [www.materiales.gbce.com](http://www.materiales.gbce.com).

#### 11.4.2 Información BIM

El beneficiario puede presentar, bajo pedido, información de los Sistemas en formato BIM.

## 12. CONCLUSIONES

Considerando:

<sup>(43)</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.

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:

- Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- Derechos de comercialización del producto o sistema.
- 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.

<sup>(44)</sup> La Comisión de Expertos estuvo formada por representantes de las siguientes Entidades:

- Asociación de empresas de control de calidad y control técnico independientes (AECTI),
- ACCIONA,
- Asociación Nacional de Normalización y Certificación (AENOR),

- que en el proceso de fabricación se realiza un control de calidad que comprende un sistema de autocontrol por el cual el fabricante comprueba la idoneidad de las materias primas, proceso de fabricación y producto final;
- que la fabricación de los elementos se realiza en empresas que aseguran la calidad requerida y la homogeneidad de los mismos;
- que el proceso de fabricación y puesta en obra está suficientemente contrastado por la práctica;
- los resultados obtenidos en los ensayos y las visitas a obras realizadas;

se estima favorablemente, con las observaciones de la Comisión de Expertos de este DIT, la idoneidad de empleo del Sistema propuesto por el fabricante.

## 13. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS<sup>(43)</sup>

Las principales observaciones formuladas por la Comisión de Expertos<sup>(44)</sup> fueron:

- 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 (lámina) no suba los 20 cm 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.

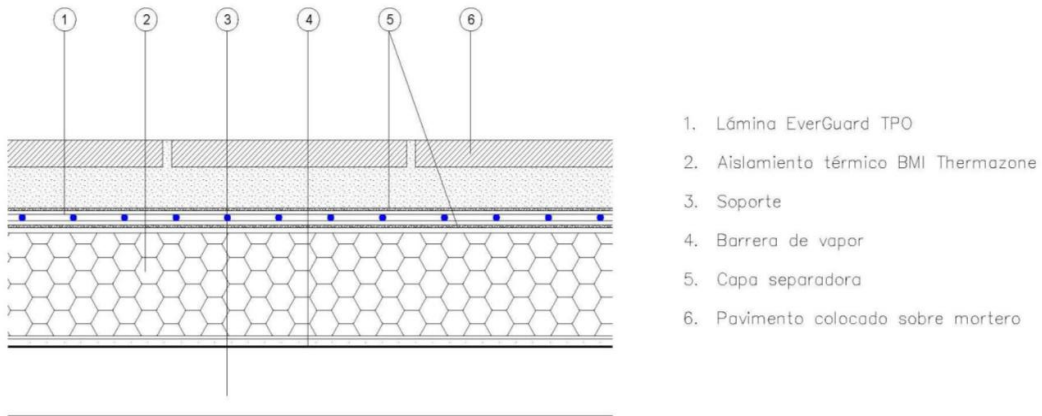
- APPLUS,
- AVINTIA.
- Asociación para el Fomento de la Investigación y la Tecnología de la Seguridad contra Incendios (AFITI).
- Consejo general de la Arquitectura técnica (CGATE).
- Control técnico y prevención de riesgos, S,A (CPV).
- DRAGADOS,
- GTC seguros,
- Escuela Técnica Superior de Edificación (UPM).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil (UPM).
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (UPM).
- Fomento de Construcciones y Contratas (FCC).
- Instituto Técnico de Materiales y Construcción (INTEMAC).
- M.º de Defensa - Unidad de Obras, Instalaciones y Mantenimiento (MINISDEF – UOIM)
- Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).
- SGS Tecnos.
- Instituto de Ciencias de Construcción Eduardo Torroja (IETcc).



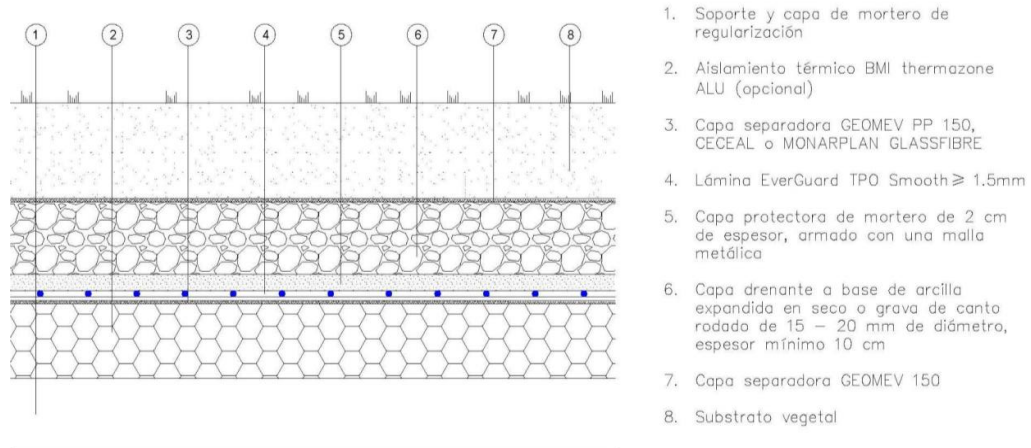
## 14. INFORMACIÓN GRÁFICA

### 14.1 Sección principal

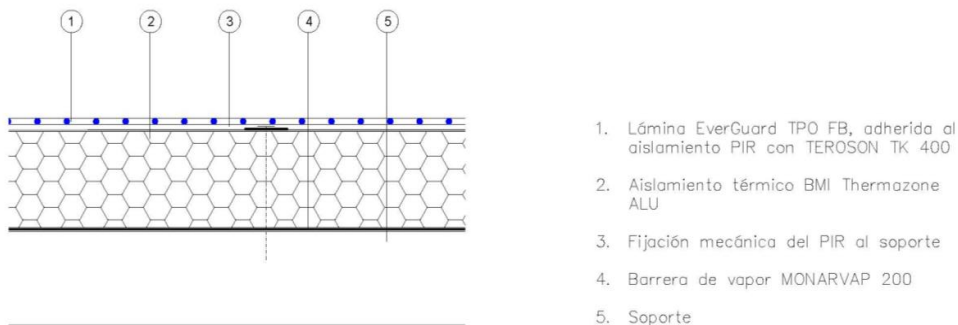
**Figura 1.** Sistema transitable con pavimento y aislamiento



**Figura 2.** Sistema AJARDINADO.

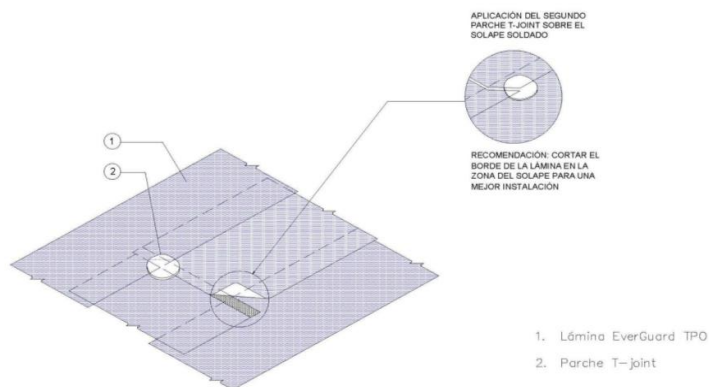


**Figura 3.** Sistema adherido con bandas al aislamiento que está fijado mecánicamente.





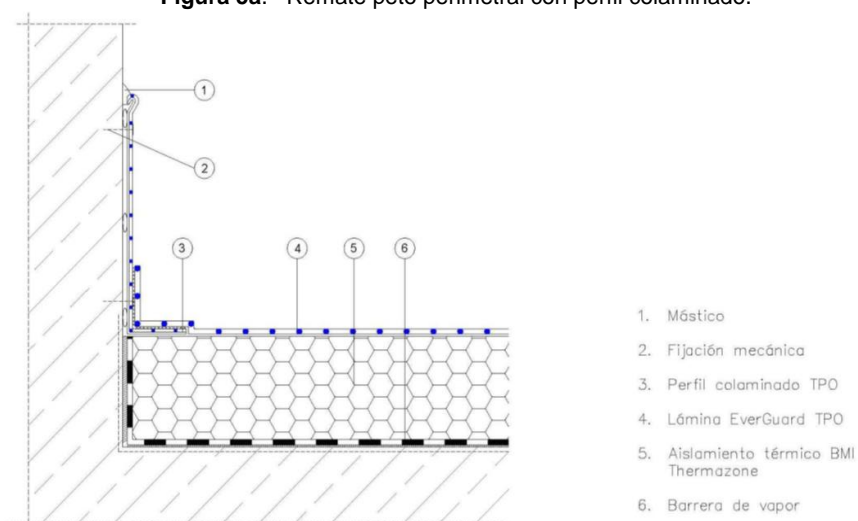
**Figura 4.** Utilización de T-Joint y redondeo de bordes.



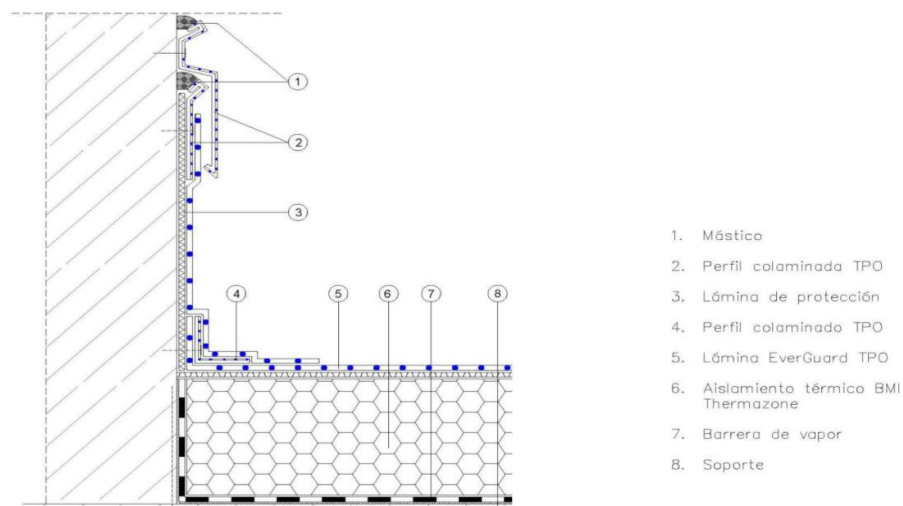
#### 14.2 Puntos singulares.

Las figuras de este apartado 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 lámina evaluados en el presente DIT

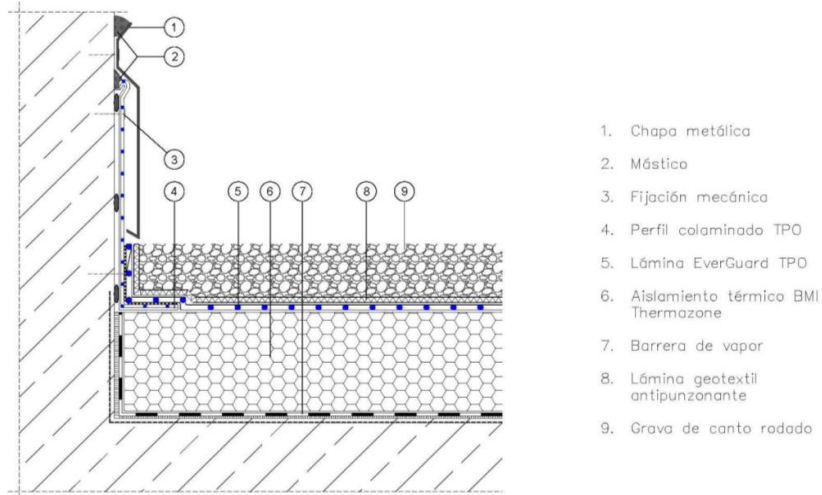
**Figura 5a.** Remate peto perimetral con perfil colaminado.



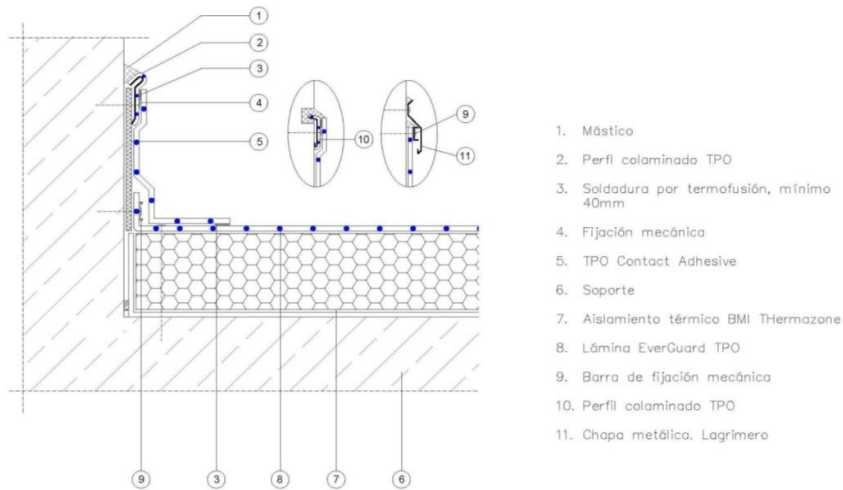
**Figura 5b.** Remate peto perimetral con perfil colaminado.



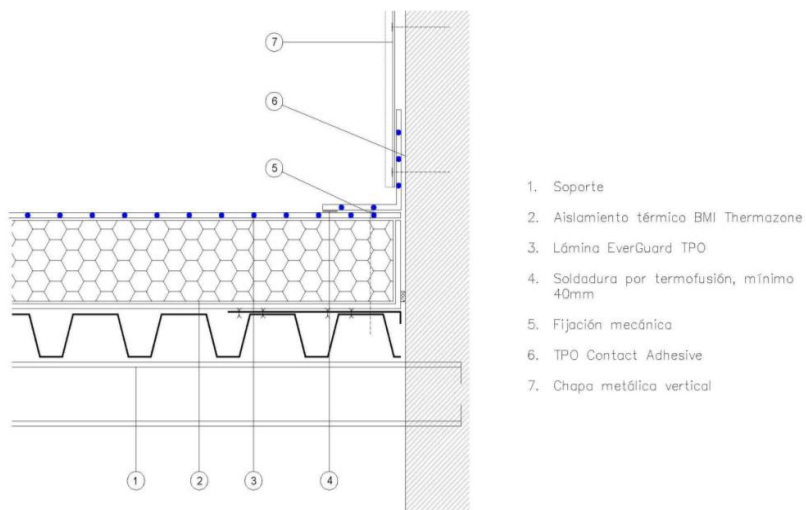
**Figura 5c.** Remate peto perimetral con chapa metálica



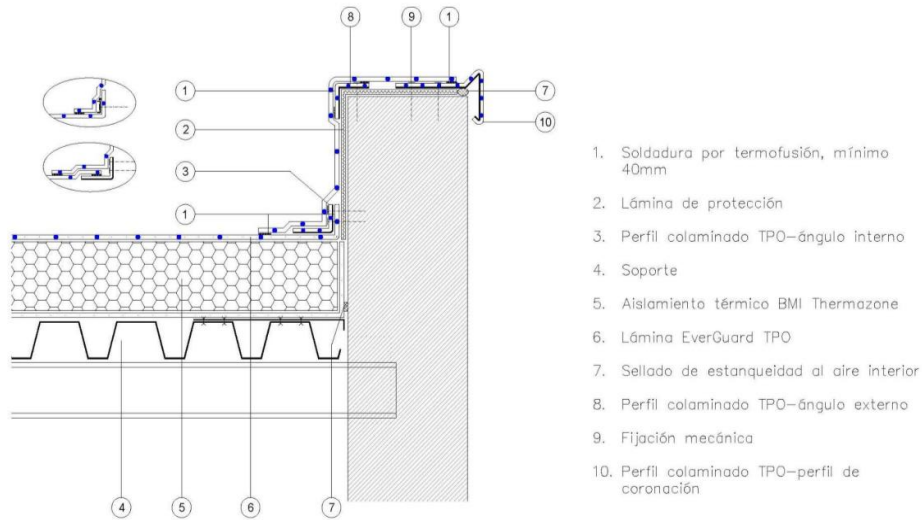
**Figura 5d.** Remate peto perimetral no adherido con barra de fijación mecánica.



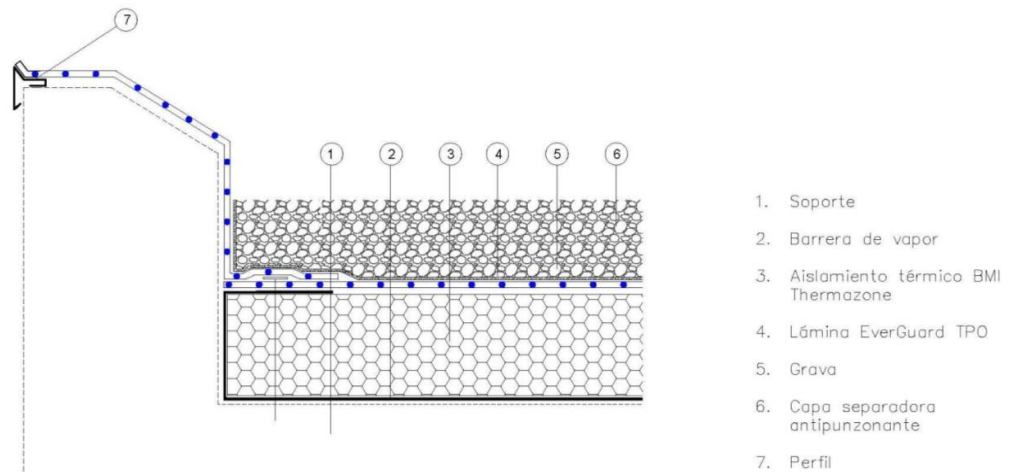
**Figura 5e.** Remate peto perimetral. Solución con chapa vertical en cubierta deck.



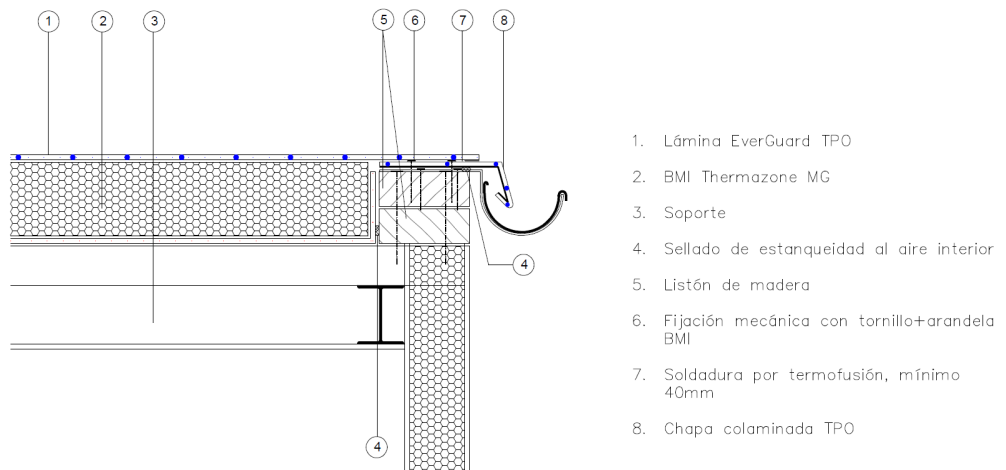
**Figura 6a.** Remate peto perimetral no adherido con perfil de coronación.



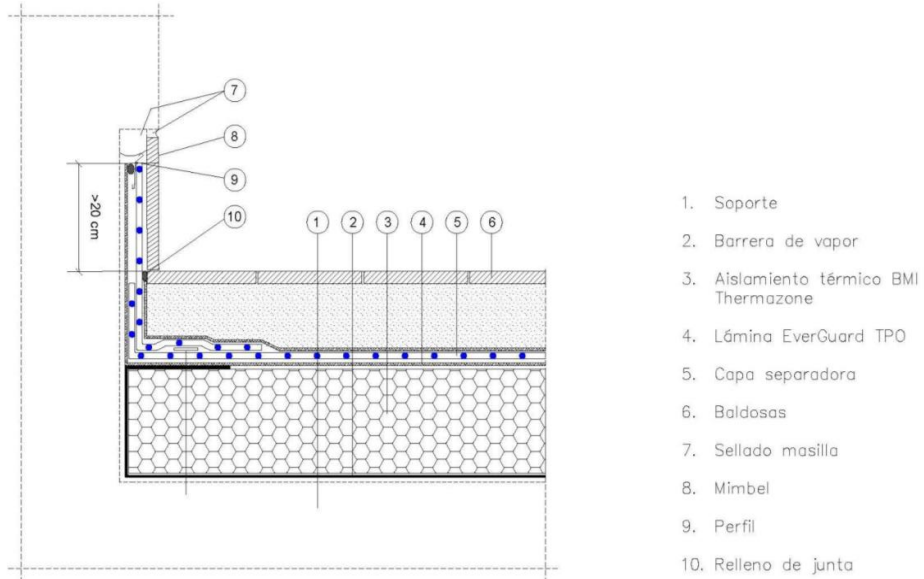
**Figura 6b.** Detalle remate peto con perfil en forma de ángulo



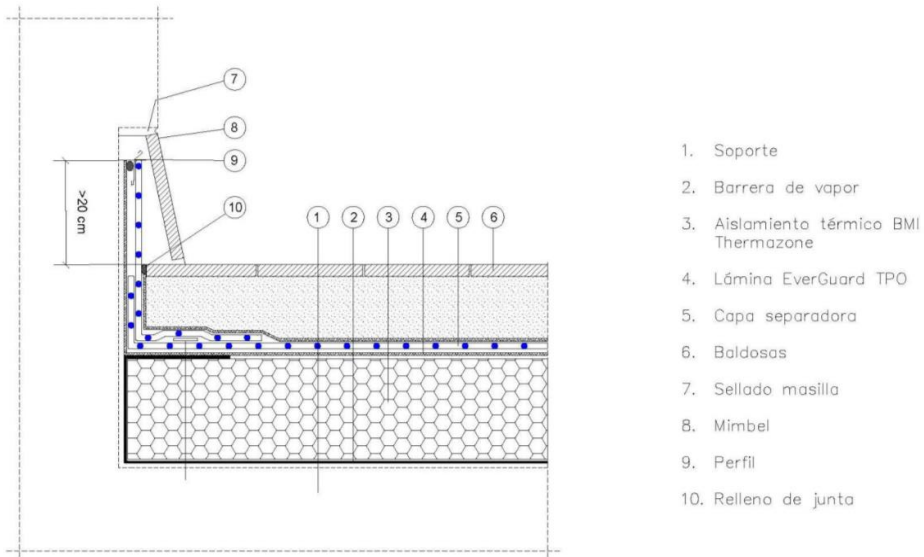
**Figura 7.** Entrega al canalón.



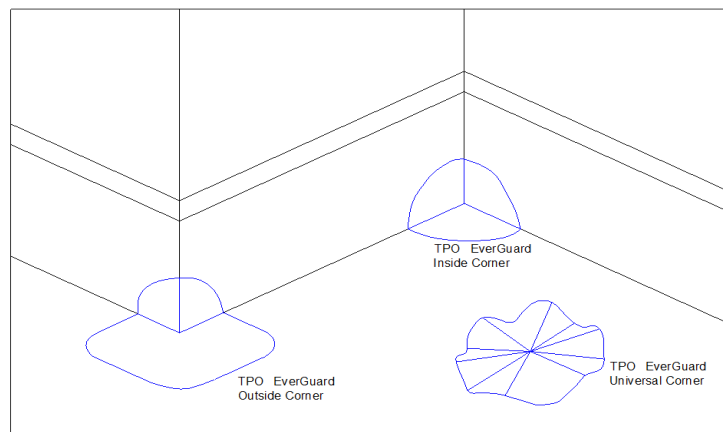
**Figura 8a.** Retranqueo en remate peto perimetral con perfil colaminado y pavimento.



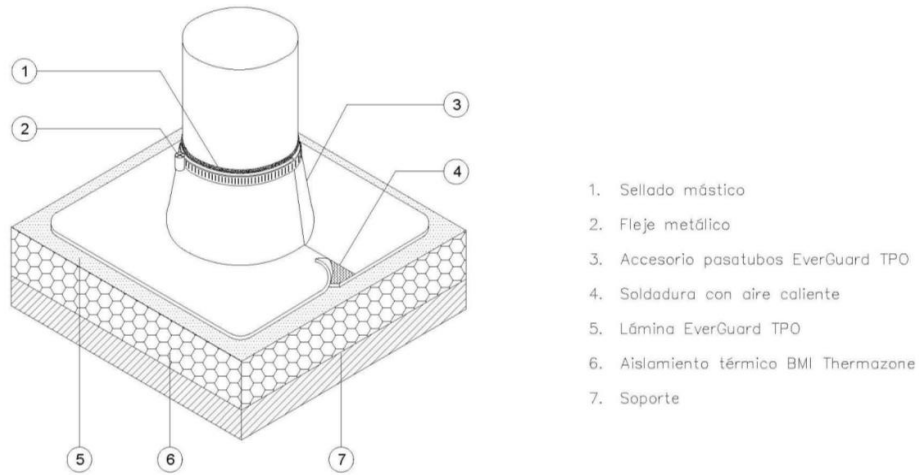
**Figura 8b.** Retranqueo en remate peto perimetral con acabado en baldosas.



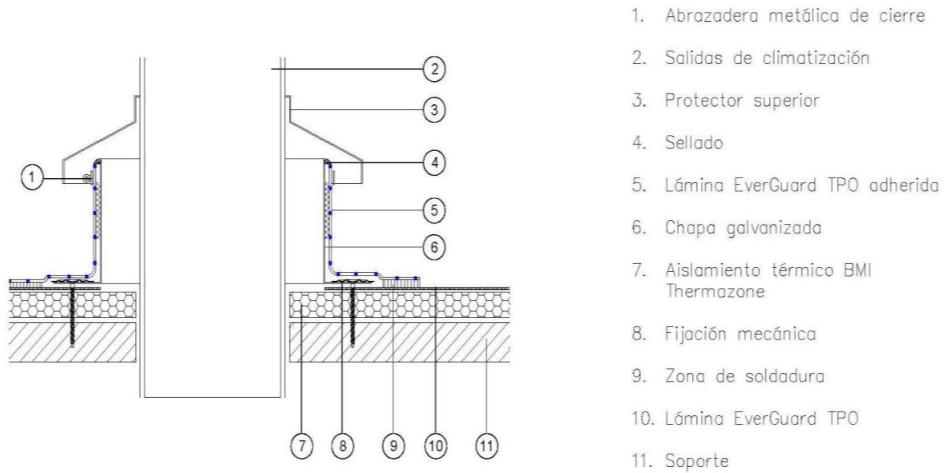
**Figura 9. Esquinas y rincones.**



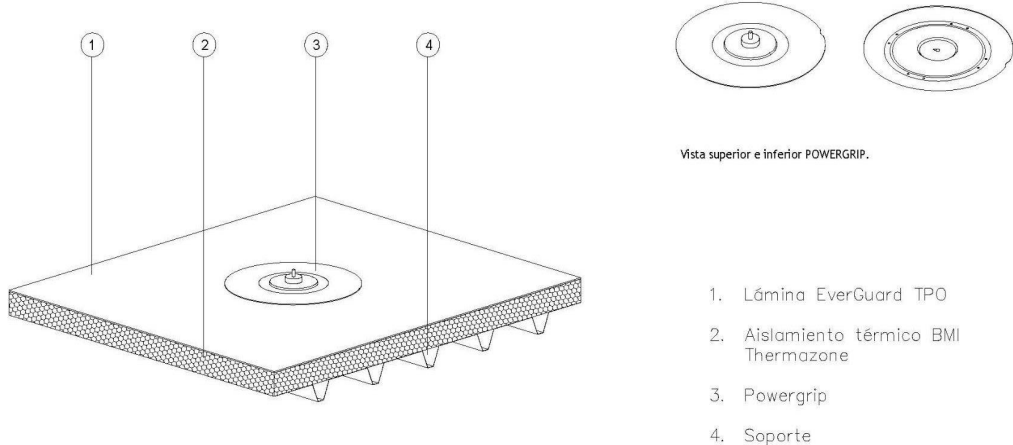
**Figura 10a.** Detalle canalizaciones con Split Pipe Boot (accesorio pasatubos EVERGUARD TPO).



**Figura 10b.** Salida de canalizaciones e instalaciones.

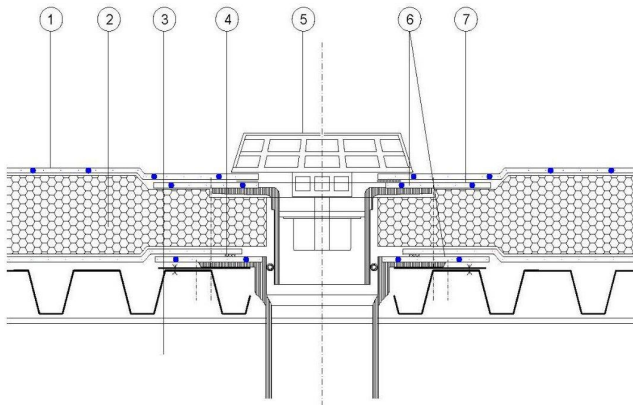


**Figura 10c.** Accesorio PowerGrip Plus fijación subestructura paneles solares.



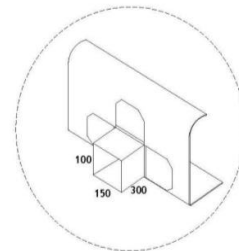
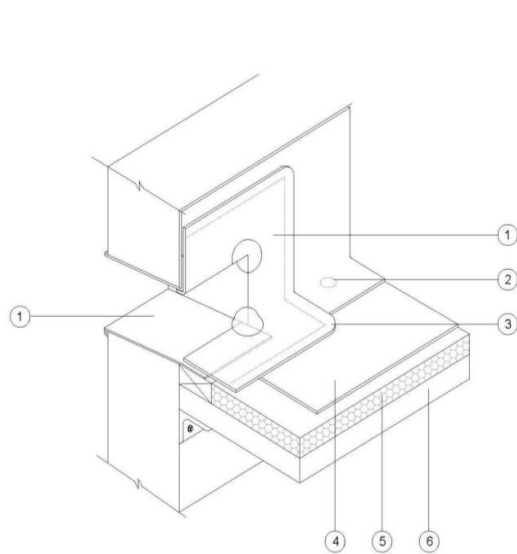


**Figura 11a. Desagües: Detalle sumidero.**



1. Lámina EverGuard TPO
2. Aislamiento térmico BMI Thermazone
3. Soporte
4. Sellado de estanqueidad al aire interior
5. Sumidero con protección gravel stop
6. Perímetro con lámina TPO
7. Soldadura por termofusión, mínimo 40mm

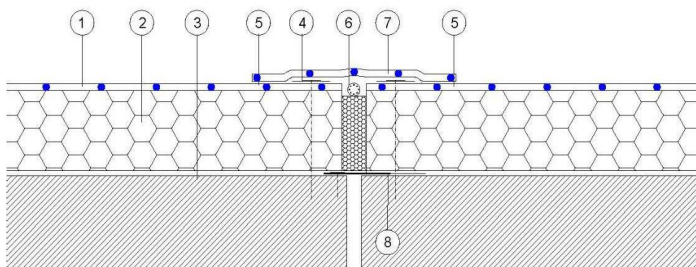
**Figura 11b. Desagües: Detalle rebosadero.**



**ACCESORIO PREFABRICADO REBOSADERO**

1. Accesorio rebosadero TPO, soldado con calor
2. Fijación mecánica
3. Soldadura por termofusión
4. Lámina EverGuard TPO
5. Aislamiento térmico BMI Thermazone
6. Soporte

**Figura 12a. Detalle junta de dilatación.**

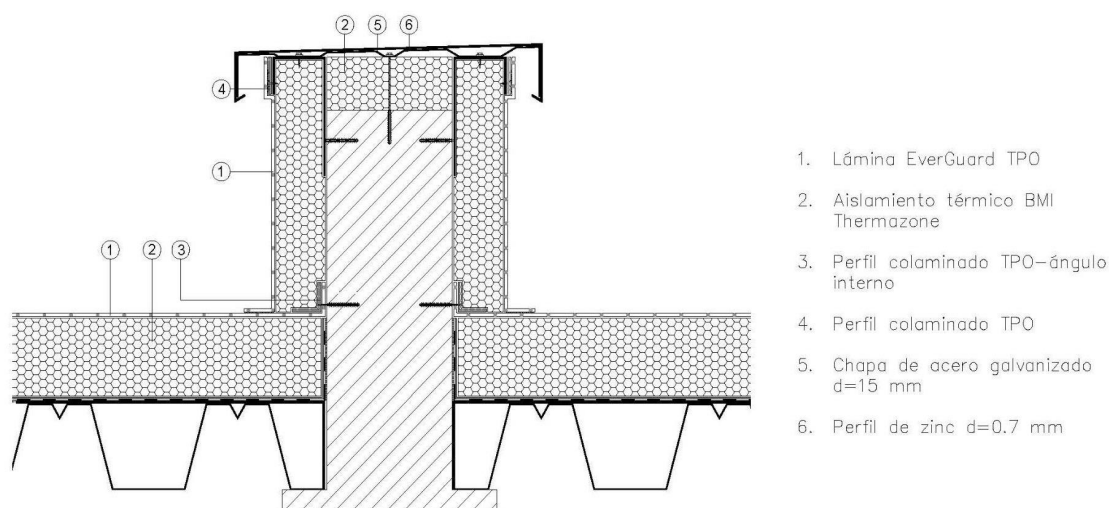


1. Lámina EverGuard TPO
2. Aislamiento térmico BMI Thermazone
3. Soporte
4. Fijación mecánica
5. Soldadura por termofusión
6. Relleno con aislamiento flexible y cordón Neodyl
7. Lámina EverGuard TPO cobertura
8. Remate chapa galvanizada fijada a un solo extremo





Figura 12b. Detalle muro, junta de dilatación elevada.



1. Lámina EverGuard TPO
2. Aislamiento térmico BMI Thermazone
3. Perfil colaminado TPO-ángulo interno
4. Perfil colaminado TPO
5. Chapa de acero galvanizado d=15 mm
6. Perfil de zinc d=0.7 mm

**Anejo 1.** En este anejo se incluyen las fijaciones de lámina TPO por perforación del solape que cumplen con las exigencias de este DIT.

Chapa grecada				
Valores de carga admitidos sobre chapa grecada e = 0,7 mm y de resistencia calidad de acero 320				
Nº	Descripción de la fijación	Carga Axial (N) .característica	W adm (N/fastener)	Nº. ETA
1	BS 4,8 X L + R45	1170	676	08/0285
2	PS 4,8 X L + R45	1310	757	08/0285
3	BS 4.8 X L + RB/RBP48	1170	676	08/0285
4	BS 6.1 X L + GWSP 80	1560	867	08/0285
5	BS 6.1 X L + RB/RBP48	1560	867	08/0285
6	IR2-4.8 X L + IR-82x40	1340	774	08/0262
7	BS 4.8 X L + R50	1340	774	08/0262
8	BS 4.8 X L + RP50	1230	710	08/0262
9	BS 4.8 X L + FI-P-6.8/FI-P-16/FI-R-20	1340	774	08/0262
10	BS 6.1 X L + R50	1420	820	08/0262
11	EDS B 4.8 X L + TLK 45	1260	728	06/0007
12	EDS S 4.8 X L + TRP S/B-45-100	1260	728	06/0007
13	EDS S 4.8 X L + TRP S/B-45-100	1260	728	06/0007
14	EVDF 2C 4.8 x1 00 + PLAQUETTE 82 x 40	1740	867	08/0239
15	EVB DF 2C 4.8 x 25 + PLAQUETTE 82 X 40 R DF	1400	809	08/0239

Hormigón				
Valores de carga hormigón de clase C20/25				
Nº	Descripción de la fijación	Carga Axial (N) característica	W adm (N/fastener)	N.º ETA
1	CS 6,1 X L + R45	1580	527	08/0285
2	DT-4,8 X L + IRD-82 X40	2400	800	08/0262
3	TI-T25-6,3 X L + R50	1420	470	08/0262
4	EFHD-63 X L + TLK 45	1510	500	06/0007
5	EFHD-63 X L + DVP-EF/DF-8240D/R	1680	560	06/0007



Madera				
Valores de carga sobre madera con densidad seca nominal de 593 kg/m <sup>3</sup>				
Nº	Descripción de la fijación	Carga Axial (N) característica	Wadm (kN/fastener)	N.º ETA
1	HD 6,1 X L + R45	1360	450	08/0285
2	HD 6,1 X L + SPA-8240-D	1360	450	08/0285
3	BS 4,8 X L + R48	1380	460	08/0262
4	BS 4,8 X L + IRD-82 X40	1320	440	08/0262
5	EDS B 4,8 X L + TLK 45	1330	440	06/0007
6	EDS S 4,8 X L + DVP-EF/DF-8240D/R	1280	430	06/0007

La Wadm determinada con el ensayo de succión al viento con la fijación (Roc) fue 867 N/ffijación. Para poder determinar la Wadm del sistema con otras fijaciones (Rnc) de acuerdo al EAD 030351-00-0402, se aplica:

Si  $Rnc \geq Roc$  :  $W_{adm}(nc) = W_{adm}(oc)$

Si  $Rnc \leq Roc$  :  $W_{adm}(nc) = (Rnc/Roc) * W_{adm}(oc)$  (solo se admite fijaciones, cuyos valores de arrancamiento característico no disminuyan en más de un 22%.

### Descripción de los tornillos y arandelas

Tornillos	Características.
	Todos presentan una resistencia a la corrosión de 15 ciclos Kesternich (EN ISO 6988).
BS 4,8 X L GUARDIAN	Tornillo punta broca reducida que taladra espesores de chapa perfilada de hasta 1.5 mm, para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con cánula plástica o arandela de repartición de esfuerzos, diámetro 4.8 mm, huella de arrastre torx 25.
PS 4,8 X L GUARDIAN	Tornillo punta de aguja que perfora espesores de chapa perfilada de hasta 1 mm, para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con cánula plástica o arandela de repartición de esfuerzos, diámetro 4.8 mm, huella de arrastre torx 25.
BS 6,1 X L GUARDIAN	Tornillo punta broca reducida que taladra espesores de chapa perfilada de hasta 1.5 mm, para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con cánula plástica o arandela de repartición de esfuerzos, diámetro 6.1 mm, huella de arrastre torx 25.
XHD15 6,7 X L OMG	Tornillo autotaladrante tornillo punta broca reducida que taladra espesores de chapa perfilada de hasta 1.5 mm, para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con cánula plástica, diámetro 6,7 mm, huella de arrastre philip 3.
EDS-S 4,8 X L EUROFAST	Tornillo de 4,8 mm de diámetro para la fijación a la cubierta de acero > 0,70 ≤ 0,88 mm. El tornillo tiene una punta en S endurecida, cabeza philips PH2 y el material es acero cincado con un recubrimiento de Magni-Silver. Esto se combina con una vaina de poliamida azul de 45mm de diámetro.
HEX CE 4,8 EUROFAST	Tornillo de 4,8 mm de diámetro para la fijación a la cubierta de acero ≤ 2x1,25 mm. El tornillo tiene una punta broca reducida, cabeza hexagonal de 8 mm y el material es acero cincado con un recubrimiento de Magni-Silver.
EDS-B 4,8 X L EUROFAST	Tornillo de 4,8 mm de diámetro para la fijación a la cubierta de acero ≤ 2x1,25 mm. El tornillo tiene una punta broca reducida, cabeza torx Tx25 y el material es acero cincado con un recubrimiento de Magni-Silver.
IGR-S 8 (SFS INTEC)	Tornillo de acero inoxidable, diámetro de 8 mm con longitudes L y con cabeza trompeta circular de 12 mm de diámetro. A2 (1.4301) Acero inoxidable.
IGR-S 8 (SFS INTEC)	Tornillo de acero inoxidable, diámetro de 8 mm con longitudes L y con cabeza trompeta circular de 12 mm de diámetro. A2 (1.4301) Acero inoxidable.
IG 6 (SFS INTEC)	Tornillo de acero, diámetro de 6 mm con longitudes L y con cabeza plana hexagonal de 8 mm. Acero zincado tratado con Durocoat.
IR 2 4.8 (SFS intec)	Tornillo de acero de doble rosca bajo la cabeza, diámetro de 4.8 mm con longitudes L y con cabeza plana hexagonal de 8 mm. Acero zincado tratado con Durocoat, Carga axial:1.340 N*.
TI 6.3 (SFS intec)	Tornillo de acero, diámetro de 6,3 mm con longitudes L y con cabeza plana hexagonal de 8 mm. Acero zincado tratado con Durocoat.
BS 6.7 X L (SFS intec)	Tornillo de acero con doble rosca, diámetro de 6.7 mm y longitudes L, cabeza plana circular de 11 mm de diámetro. Acero zincado tratado con Durocoat.

Cánulas y plaquetas	Características.
R 45 / R 48 X L GUARDIAN	Cánula plástica con arandela de repartición de esfuerzos de diámetro 45/48 mm fabricada en polipropileno para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con un tornillo, y válida para tornillos de 4.8 y 6.1 mm de diámetro.
RB 48 X L GUARDIAN	Cánula plástica dentada con arandela de repartición de esfuerzos de diámetro 48 fabricada en polipropileno para fijación de láminas de impermeabilización y aislamiento en combinación con un tornillo, y válida para tornillos de 4.8 y 6.1 mm de diámetro.
GW SP80 GUARDIAN	Plaqueta de inducción de inserción directa Guardian Weld de diámetro 80 mm con recubrimiento especial para láminas de PVC, TPO o EPDM para utilizar en combinación con tornillo BS 6.1.
GWT GUARDIAN	Cánula plástica para utilizar conjuntamente con plaquetas de inducción Guardian Weld GWSD 80.
TRP 45 X L OMG	Vaina de poliamida de 45 mm de diámetro.
TLK 45 X L OMG	Vaina de poliamida de 45 mm de diámetro.
PLATE OVAL CE 80 X 40 OMG	Arandela de repartición de acero Aluzinc con unas dimensiones de 80 x 40 mm.
IR 82 x 40 mm (SFS intec)	Acero revestido de aluminio-Zinc. Espesor 0,8 mm.

