

**UEAtc**

UNIÓN EUROPEA PARA LA IDONEIDAD TÉCNICA EN LA CONSTRUCCIÓN

junio, 1982

**GUÍA UEATC PARA  
LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE  
ESTANQUIDAD NO ADHERIDOS Y BAJO LASTRE CON  
LÁMINAS DE PVC PLASTIFICADO SIN ARMADURA E  
INCOMPATIBLE CON EL BETÓN**

882-6

## ÍNDICE

	<u>Págs.</u>
<b>CAPÍTULO 1</b>	6
<b>OBJETO</b>	6
<b>CAPÍTULO 2</b>	7
<b>CAMPO DE APLICACIÓN</b>	7
<b>CAPÍTULO 3</b>	8
<b>EXIGENCIAS</b>	8
<b>3.1 Exigencias relativas a las láminas de PVC plastificado</b>	8
<i>3.11 Características de identificación</i>	
<i>3.12 Características relativas a la aptitud al empleo</i>	
<i>3.13 Características relativas a la durabilidad</i>	
<b>3.2 Exigencias relativas a la puesta en obra de los sistemas de estanquidad para cubiertas utilizando láminas de PVC plastificado bajo lastre</b>	9
<i>3.21 Generalidades</i>	
<i>3.22 Exigencias relativas al soporte</i>	
<i>3.23 Compatibilidad de los materiales</i>	
<i>3.24 Juntas</i>	
<i>3.25 Fijación de las láminas en zonas normales</i>	
<i>3.26 Fijación de las láminas en bordes y puntos singulares</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b>	13
<b>ENSAYOS</b>	13
<b>4.1 Acondicionamiento de las probetas</b>	13
<b>4.2 Espesor</b>	13
<b>4.3 Anchura</b>	13
<b>4.4 Densidad</b>	13
<b>4.5 Contenido en cenizas</b>	13
<b>4.6 Contenido en plastificantes (componentes extraíbles)</b>	13
<b>4.7 Tipo de plastificante</b>	13
<b>4.8 Resistencia a tracción y alargamiento a rotura</b>	13
<b>4.9 Módulo de elasticidad</b>	13
<b>4.10 Temperatura límite para el plegado a bajas temperaturas</b>	13
<b>4.11 Duración del tramo de estabilización</b>	13
<b>4.12 Resistencia al desgarro con entalla</b>	13

	<u>Págs.</u>
<b>4.13 Coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua</b>	13
<b>4.14 Doblado a bajas temperaturas</b>	14
<b>4.15 Retracción libre en estufa</b>	14
<b>4.16 Resistencia a la perforación</b>	14
<b>4.17 Soldabilidad</b>	14
4.171 Cizallamiento	
4.172 Pelado	
<b>4.18 Planeidad y rectitud de los bordes</b>	14
<b>4.19 Ensayos relativos a la evaluación de la durabilidad</b>	14
4.191 Acción del calor	
4.192 Acción combinada de radiación UV+ calor + humedad	
4.193 Acción del agua	
4.194 Acción del SO <sub>2</sub>	
4.195 Acción de microorganismos	
<b>CAPÍTULO 5</b>	16
<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	16
<b>5.1 Generalidades</b>	16
<b>5.2 Control interno</b>	16
5.21 Control de materias primas	
5.22 Controles durante la fabricación	
5.23 Control del producto acabado	
<b>5.3 Control efectuado por un Instituto independiente</b>	17
<b>CAPÍTULO 6</b>	18
<b>CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	18

El presente Documento ha sido elaborado por:

- the British Agreement Board (AB) (Garston, Watford), representante de Inglaterra,
- Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM) (Berlin), representante de la República Federal Alemana,
- le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) (París) representante de Francia,
- Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen (FGW) (Vienne), representante de Austria,
- Instituto Eduardo Torroja de la Construcción (IETcc) (MADRID), representante de España,
- l'Istituto Centrale per l'Industrializzazione et la Tecnologia Edilizia (ICITE), (San Giuliano Milanese), representante de Italia,
- KOMO (La Haye), representante de los Países Bajos,
- le Laboratorio Nacional de Engenharia Civil (LNEC) (Lisbonne), representante de Portugal,
- Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) (Horsholm), representante de Dinamarca,
- l'Union Belge pour l'Agrément technique dans la construction (UBAtc) (Bruxelles), representante de Bélgica,
- ha participado en la elaboración, a petición de la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), una delegación de la Asociación europea de fabricantes de suelos plásticos y sintéticos (AEC)

El Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung actuó como ponente.

**TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN:** J.M. Bielza, Dr. en C. Químicas.  
**REVISIÓN:** A. Ruiz Duerto, Dr Arquitecto

## **SISTEMAS DE ESTANQUIDAD NO ADHERIDOS Y BAJO LASTRE CON LÁMINAS DE PVC PLASTIFICADO SIN ARMADURA E INCOMPATIBLE CON BETÚN**

### **PRESENTACIÓN**

La Guía Técnica en vigor desde Junio de 1982 se refiere a la metodología para la evaluación técnica de los sistemas de estanquidad con láminas de PVC plastificado. Particularmente en lo que se refiere a las características de las láminas de PVC y a la puesta en obra de estos materiales, incluyendo juntas, fijaciones, etc.

La elaboración de esta Guía, es consecuencia de la ausencia de normas, tanto a nivel nacional como a nivel europeo.

Su objetivo, como el de todas las Guías Técnicas preparadas por la UEAtc, es conseguir que todos los Países Miembros realicen la evaluación técnica de la aptitud al empleo, en

este caso de los de estanquidad no adheridos y bajo lastre con láminas de PVC plastificado sin armadura e incompatible con betún, utilizando la misma metodología de valoración de su comportamiento, tanto desde el punto de vista de la seguridad, como de la funcionalidad (habitabilidad) y durabilidad, con el fin de establecer el campo óptimo de utilización. De esta forma, se facilita, en consecuencia, el intercambio de productos y técnicas entre Países Miembros de la Comunidad Europea, mediante el procedimiento de confirmación de las evaluaciones de la aptitud de empleo (D.I.T.), establecido por la UEAtc y cuando todos sus miembros utilizan para ello Guías Técnicas comunes como la presente.

J.M. Bielza  
Dr. en Ciencias Químicas

## **CAPÍTULO 1**

### **OBJETO**

La presente Guía Técnica tiene por objeto definir las bases para la evaluación de los sistemas de estanquidad no adheridos y bajo lastre de cubiertas utilizando láminas de cloruro de polivinilo con plastificantes (PVC plastificado) sin armadura. Se trata de Guías particulares a considerar como suplemento a las "Guías Generales para la evaluación de los sistemas de estanquidad de cubiertas"

establecidas por la UEAtc y denominadas en lo que sigue "Guía General". Con respecto a los métodos de evaluación a aplicar, hay que remitirse a la "Guía General".

Todas las características exigidas en las presentes Guías deben ser verificadas sobre muestras tomadas por un Instituto independiente.

## CAPÍTULO 2

### CAMPO DE APLICACIÓN

Las presentes Guías son de aplicación a las láminas de PVC plastificado sin armadura e incompatible con el betún, utilizadas sobre cubiertas adecuadas. No debe haber contacto directo entre estas láminas y los productos a base de betún o alquitrán.

Las láminas de PVC plastificado tratadas en esta Guía se colocan en sistemas monocapas no adheridos y con lastre; en lo que respecta a la accesibilidad de la cubierta pertenecen a las clases b) "cubiertas accesibles para mantenimiento" y c) "cubierta accesible a tráfico peatonal" de la Guía

general. Cuando se utilicen estas láminas en obras sometidas a otras solicitaciones, hay que prever medidas constructivas suplementarias, y en caso contrario, realizar ensayos complementarios.

Nota:

El empleo de sistemas a base de las mismas láminas de PVC plastificado fijadas mecánicamente será objeto de un anexo complementario de la presente Guía particular.

## CAPÍTULO 3

## EXIGENCIAS

## 3.1 Exigencias relativas a las láminas de PVC plastificado

## 3.12 Características relativas a la aptitud al empleo

## 3.11 Características de identificación

En la tabla 1 se indican las tolerancias sobre los valores nominales<sup>1</sup> especificados en el documento de idoneidad técnica.

La tabla 2 recoge el conjunto de las exigencias procedentes de la Guía general y sus condiciones de aplicación a los revestimientos objeto de las presentes Guías particulares.

TABLA 1

Características de identificación del material no colocado

Característica	Ensayo según párrafo	Tolerancia admisible
Espesor(*)	4,2	± 5% de la media ± 10% de los valores individuales
Anchura	4,3	ancho nominal
Densidad	4,4	± 0.02 g/cm <sup>3</sup>
Contenido en cenizas	4,5	± 5% relativo
Contenido en plastificante	4,6	± 25 absoluto
Tipo de plastificante	4,7	comparación espectro IR
Tracción	4,8	± 10% relativo a la media
Alargamiento a rotura	4,8	± 10% relativo a la media
Módulo de elasticidad entre 1 y 2% de alargamiento	4,9	± 3 N/mm <sup>2</sup>
Temperatura límite de plegado a bajas temperaturas	4,10	± 5°C
Duración del nivel de estabilización	4,11	no debe ser inferior a la indicada por el fabricante

(\*)Espesor mínimo recomendado: 1,0 mm.

TABLA 2

Exigencias procedentes de la Guía general

Característica	Método de ensayo aplicable a las láminas de PVC plastificado
Comportamiento al fuego	de acuerdo a la reglamentación nacional
Resistencia al viento	sin objeto
Resistencia al pelado	sin objeto
Resistencia al choque térmico	sin objeto
Resistencia al deslizamiento	sin objeto
Estabilidad dimensional	ver párrafo 4,15
Resistencia a la fatiga	sin objeto
Resistencia al punzonamiento estático	ver párrafo 4,16
Resistencia al punzonamiento dinámico	ver párrafo 4,16
Resistencia al desgarrado con entalla	ver párrafo 4,12
Plegado a baja temperatura	ver párrafo 4,14
Desenrollado a baja temperatura	ver Guía general
Comportamiento de las juntas	ver párrafo 4,17

8 <sup>1</sup> valores indicados por el peticionario del DIT y verificados por el Instituto. Estos valores por sí mismos no dan información sobre la calidad del producto.

La tabla 3 recoge el conjunto de las exigencias procedentes de la guía general y la tabla 4 las complementarias específicas relativas a la aptitud al empleo de las láminas de PVC plastificado sin armadura e incompatible con el betún, no adheridos y bajo lastre.

### 3.13 Características relativas a la durabilidad

Teniendo en cuenta la influencia de la intemperie, agentes biológicos, solicitaciones debidas tanto al edificio, como al uso previsto, los sistemas de estanquidad que utilicen láminas de PVC plastificado deben conservar sus características de forma satisfactoria, tal como se establece en la Guía general.

Las características relativas al envejecimiento, a tener en cuenta son: la resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, el módulo de elasticidad, contenido en plastificante y retracción libre. Hay que comparar los valores determinados después de los tratamientos convenciona-

les indicados, con los obtenidos en la verificación de las "Características de identificación" (ver tabla 1) sobre el mismo muestreo.

### 3.2 Exigencias relativas a la puesta en obra de los sistemas de estanquidad para cubiertas utilizando láminas de PVC plastificado, bajo lastre.

#### 3.21 Generalidades

Las láminas de PVC plastificado se colocan no adheridos (flotantes) con un lastre constituido por una capa de grava o una losa. Las láminas de PVC plastificado pueden colocarse no adheridas o fijadas mecánicamente al soporte<sup>2</sup>. En este caso quedan expuestas a la intemperie; aunque llegado el caso, pueden protegerse por un revestimiento adecuado.

La unión de las láminas entre sí o con elementos especiales de encuentro se hace por soldadura.

TABLA 3

Exigencias relativas al material no colocado (según se suministra) (Valores mínimos: ningún valor individual debe ser inferior a estos valores)

Característica	Ensayo según apartado	Exigencia
Tracción (rotura)	4,8	15 N/mm <sup>2</sup> en los dos sentidos
Alargamiento a rotura	4,8	270 % en los dos sentidos
Resistencia al desgarrar con entalla	4,12	40 N/mm
Coefficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua	4,13	30.000 máximo
Plegado a baja temperatura (-20°)	4,14	sin fisuración
Retracción libre en estufa	4,15	< 1.0% (*)
Resistencia a la perforación	4,16	
- punzonamiento estático		no debe afectar a la estanquidad al agua
- punzonamiento dinámico		
Soldabilidad		
- cizallamiento	4,171	rotura fuera de la junta; sin delaminación en láminas dobladas
- pelado	4,172	1.6 N/mm; sin delaminación en láminas dobladas
Planeidad y rectitud de bordes	4,18	sobre soporte plano, la lámina debe desenrollarse recta, sin ondas, ni en los bordes

(\*) Se admite un cambio de dimensiones ≤ 2.0% bajo calor cuando el examen complementario de obras en servicio, demuestre no ha habido una pérdida perjudicial de plastificantes. Debe considerarse este valor teniendo en cuenta las reglas particulares de puesta en obra descritas en el párrafo 3.26 "Fijación de las láminas en bordes y puntos singulares". En estas condiciones se puede evitar el ensayo de retracción coaccionada

<sup>2</sup> Sin embargo, este tipo de colocación será objeto de un anexo complementario.

TABLA 4

Exigencias relativas al material después de tratamientos convencionales, para la evaluación de su durabilidad

Tratamiento	Ensayo según apartado	Exigencia en relación al valor inicial
Acción del calor	4.191	Sin variación mayor del 15% respecto a los valores de tracción y alargamiento a rotura medidos según 4.8(*) Sin disminución mayor del 10% respecto al contenido de plastificante Sin variación mayor del 2% absoluto de la retracción libre según 4.15
Acción combinada de rayos UV + calor + humedad	4.192	Sin variación mayor del 15% respecto a los valores de tracción y alargamiento a rotura medidos según 4.8(*) Se admite ligera variación de color, pero no fundamental con respecto al inicial
Acción del agua	4.193	Sin variación mayor del 15% respecto a los valores de tracción y alargamiento a rotura medidos según 4.8(*) Sin disminución mayor del 10% respecto al contenido de plastificante
Acción del SO <sub>2</sub>	4.194	Sin variación mayor del 15% respecto a los valores de tracción y alargamiento a rotura medidos según 4.8(*) Sin disminución mayor del 10% respecto al contenido de plastificante
Acción de microorganismos(**)	4.195 4.195,1 4.195,2	No debe tener lugar un ataque por hongos Sin variación mayor del 15% respecto a los valores de tracción y alargamiento a rotura medidos según 4.8(*) Sin disminución mayor del 10% respecto al contenido de plastificante
<p>(*)Debe medirse el módulo de elasticidad, si bien no se fija exigencia (**)Si el material no satisface la exigencia 4.195.2, el Instituto deberá valorar otras justificaciones de resistencia a la acción de microorganismos. Esta disposición ha sido adoptada, en espera de los resultados de los ensayos entre laboratorios en curso.</p>		

### 3.22 Exigencias relativas al soporte

Los soportes previstos para la colocación de las láminas de PVC plastificado, tales como hormigón o similares, no deben presentar rugosidades, desniveles bruscos, ni aristas vivas y estar exentos de salientes puntiagudos, rebabas o relieves. Las juntas verticales de los forjados prefabricados de hormigón deben rellenarse de mortero y recubrirse con bandas de desolarización de al menos 20 cm. de ancho.

Los forjados de madera deben estar realizados con tableros emplastecidos y secos al aire, además de cumplir con los reglamentos nacionales en vigor. Los tableros deben estar tratados con un protector de madera (ver 3.2.3 compatibilidad).

uniforme y ser resistentes al tránsito de peatones y a la flexión.

Cuando se coloquen sobre aislante térmico, éste debe presentar suficiente resistencia a la temperatura, al tránsito de peatones y a la deformación. No debe alterarse bajo la acción del calor, variaciones de temperatura y/o humedad. La utilización de espuma de vidrio con láminas de PVC plastificado necesita medidas de protección suplementarias en el sistema de estanquidad (ver "Directriz de la UEAtc para la apreciación técnica de los sistemas de aislamiento, soportes de impermeabilización de cubiertas planas e inclinadas").

Cuando se coloque sobre soportes autoportantes como hormigón, forjados de madera o paneles de derivados de la madera, siempre es necesario prever una capa separadora

10 Los paneles de derivados de madera deben tener un espesor

intermedia ( p. ej. velo de poliéster de 250 g/m<sup>2</sup> por lo menos).

### 3.23 Compatibilidad de los materiales

Las láminas de PVC plastificado no deben ponerse en contacto con betún o alquitrán. Las láminas de PVC plastificado tratadas en este documento son incompatibles con agentes de impregnación a base de aceites o disolventes. Este hecho hay que tenerlo en cuenta en el caso de elementos de madera, tales como rastreles utilizados para la fijación de las láminas y los forjados de madera en el caso de cubierta fría. Se recomienda la utilización de agentes de impregnación a base de sales.

Para evitar las interacciones (contactos), p.ej. con el poliestireno, hay que prever capas de separación apropiadas (p. ej. velos de poliéster punzonado, velo de vidrio).

En todo caso, hay que comprobar que los diferentes materiales en contacto son compatibles.

### 3.24 Juntas

La unión de las láminas de PVC plastificado puede realizarse en obra por soldadura con disolvente o aire caliente. El DIT indicará si las juntas realizadas en la obra, deben completarse con medidas suplementarias y controlarse con métodos apropiados. En ese caso, el DIT indicará las medidas y controles.

En el caso de láminas preensambladas en fábrica, en forma de mantas se pueden utilizar además de los procedimientos mencionados, la soldadura por aire caliente o ultrasonidos (HF).

Las zonas de soldadura deben estar exentas de suciedad, humedad, polvo y grasa.

El solapo de las láminas desenrolladas y enderezadas debe ser de 50 mm como mínimo.

#### - soldadura con disolvente

Cuando se suelda con disolvente, p. ej. tetrahidrofurano (THF), éste se aplica con una brocha plana flexible, en sentido longitudinal sobre las zonas a pegar, presionando la lámina superior sobre la inferior mediante una ligera presión ejercida con la palma de la mano, sobre y detrás de la brocha. Hay que vigilar que las zonas de soldadura estén bien cubiertas de disolvente. En la soldadura mecánica, hay que tener en cuenta las instrucciones del fabricante de las máquinas.

La soldadura debe realizarse en una anchura de 30 mm como mínimo.

Si se realiza la colocación a temperaturas inferiores a 5° C, hay que tomar medidas adecuadas, como el precalentamiento de la lámina en la zona de soldadura con un aparato de aire caliente.

#### - soldadura con aire caliente

Para la realización de la soldadura con aire caliente, se venden aparatos especiales adaptados a los materiales y anchura de las soldaduras.

Las zonas de soldadura se plastifican en el momento del soldar con aire caliente. Así se obtiene una soldadura homogénea por compresión.

La soldadura debe realizarse en una anchura de 20 mm como mínimo.

### 3.25 Fijación de las láminas en zonas normales

Los sistemas de estanquidad para cubiertas deben ser capaces de soportar sin riesgo los efectos debidos a la succión del viento. Por regla general, las láminas de PVC plastificado se colocan libremente y protegidas contra el arrancamiento por el lastrado constituido por una capa de grava o un enlosado.

En general, hay que prever una capa separadora apropiada entre el revestimiento de estanquidad y el lastrado (ver 3.2.3 "compatibilidad de los materiales"). Se podrá suprimir esta si se dispone de una gravera de árido rodado y lavado, de granulometría 16/32. Salvo que los reglamentos nacionales exijan mayor espesor, éste será de 5 cm.

El lastrado puede conseguirse con losas de hormigón de dimensiones suficientes o adoquines de hormigón; en este caso es necesario prever la interposición de una capa separadora.

El Documento de Idoneidad Técnica indicará los lastrados y capas de separación utilizados.

### 3.26 Fijación de las láminas en bordes y puntos singulares

Para resistir a las acciones del viento y a los efectos de la retracción, es necesario prever una fijación de las láminas por los bordes así como en todos los detalles o puntos singulares de la cubierta (pasos de chimeneas, lucernarios para iluminación cenital, etc.).

Por lo general, la fijación se realiza por soldadura de la lámina de PVC sobre una chapa metálica revestida de PVC plastificado que se ancla a la cubierta. La fijación también puede realizarse con rastreles de madera, bandas o chapas metálicas, o cualquier otro medio mecánico descrito en el DIT.

Para resistir a los efectos de la retracción, los revestimientos de estanquidad constituidos por láminas de PVC plastificado colocados libremente (flotantes) deben fijarse sólidamente y de forma continua en la base de los refuerzos y pasos de canalizaciones, en el plano de la lámina, de manera que no puedan desolarizarse del soporte. Además, hay que prever una fijación en la intersección de dos superficies con

distinta inclinación, si una de ellas es ascendente.

Además de las fijaciones mecánicas en la base de los encuentros con petos a nivel de la lámina deben fijarse éstas en la parte alta de los bordes, para evitar el riesgo de penetración de agua por escorrentía por detrás del borde vertical bajo la acción del viento.

## CAPÍTULO 4

### ENSAYOS

#### 4.1 Acondicionamiento de las probetas

Salvo indicación en contrario hay que acondicionar las probetas antes del ensayo, durante 48 horas bajo clima estándar 23/50.

#### 4.2 Espesor

El espesor se determina con un equipo de medida de espesor con palpadores planos, y precisión de 0.01 mm, aplicando una presión de 0.02 N/mm<sup>2</sup>. Por lo menos se realizan 10 medidas, repartidas en todo el ancho.

#### 4.3 Anchura

La anchura se determina con una precisión de 1.0 mm, realizando al menos 10 medidas, repartidas en todo la longitud.

#### 4.4 Densidad

Se determina según la norma ISO/R 1183 (método del gradiente de densidad).

#### 4.5 Contenido en cenizas

El Contenido en cenizas se determina según la norma ISO/R 1270 (temperatura 950°C).

#### 4.6 Contenido en plastificantes (componentes extraíbles)

El ensayo se efectúa según la DIN 53738.

La extracción del plastificante se realiza con éter dietílico, durante 16 horas y a continuación con metanol durante 4 horas.

#### 4.7 Tipo de plastificante

Se determina mediante el espectro infrarrojo de los extractos obtenidos en el ensayo 4.6. Se debe acompañar el diagrama.

#### 4.8 Resistencia a tracción y alargamiento a rotura

Se determina según la norma ISO/R 527, sobre probetas de 170 mm x 15 mm x el espesor de la lámina, a una velocidad de desplazamiento de las mordazas de 200 mm/min. ± 10%.

#### 4.9 Módulo de elasticidad

Se determina según la norma ISO/R 527, sobre probetas de 170 mm x 15 mm x el espesor de la lámina a una velocidad

de desplazamiento de las mordazas de 5 mm/min. ± 10%, y entre el 1 y 2 % del alargamiento.

#### 4.10 Temperatura límite de plegado a bajas temperaturas

El ensayo se realiza sobre probetas de 100 mm x 50 mm tomadas en sentido transversal, cuatro para cada temperatura (dos para el examen por la cara anterior y otras dos para la posterior)

El examen de la cara superior e inferior se efectúa tomando como referencia la norma DIN 53361 y se realiza después del ensayo 4.14. El enfriamiento de las probetas se hace en tramos de 5°K, continuando hasta la aparición de fisuras en cualquiera de las caras de la probeta.

La temperatura límite es aquella en que no se produce fisuración.

#### 4.11 Duración del tramo de estabilización

La determinación del tiempo de deshidrocloruración se efectúa según las indicaciones de las Guías de la UEAtc para productos de PVC rígido utilizados al exterior en la construcción.

- el ensayo se efectúa a una temperatura de 170°C.
- el desprendimiento de ácido clorhídrico (HCl) se mide con un electrodo específico para iones cloruro
- el recipiente de medida donde se sumerge el electrodo debe contener agua pura

#### 4.12 Resistencia al desgarro con entalla

Se determina según DIN 53.515 (ensayo de resistencia al desgarro con entalla según Graves, ejecutado sobre probetas con entalla).

#### 4.13 Coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua

Se determina primero la permeabilidad al vapor de agua según las indicaciones de la Guía general, pero utilizando un ambiente a (23±1)°C y (85±2)% de humedad relativa del aire.

Después se calcula el coeficiente de resistencia a la difusión del vapor de agua con la fórmula siguiente:

$$\mu = D \cdot (\rho_1 - \rho_2) / m \cdot s \cdot R_D \cdot T$$

donde:

$D$  = coeficiente de difusión del vapor de agua en el aire en  $m^2/h$

$p_1$  = presión parcial del vapor en la superficie exterior de la probeta en  $N/m^2$

$p_2$  = presión parcial del vapor en la superficie interior de la probeta en  $N/m^2$

$m$  = peso de vapor difundido a través de la probeta en  $g/m^2h$

$s$  = espesor de la probeta en mm

$R_D$  = constante de los gases del vapor de agua en  $Nm/kg^{\circ}K$

$T$  = temperatura en  $^{\circ}K$

Utilizando en la cámara de absorción, el clima señalado y una presión media del aire de 1013,25 milibares y una humedad relativa del aire del 2 %, se obtiene la ecuación simplificada:

$$\mu = 39183/m.s$$

#### 4.14 Doblado a bajas temperaturas

Se toman en sentido transversal de la hoja 4 probetas de 100 mm x 50 mm. Se ensayan a  $-20^{\circ}C$ . Dos de ellas para ser examinadas por la cara superior y otras dos por la cara inferior.

El examen de las caras superior e inferior de cada probeta se efectúa tomando como referencia la norma DIN 53.361.

Se verifica si se forman fisuras en las caras superior e inferior.

#### 4.15 Retracción libre en estufa

El ensayo se efectúa según las indicaciones de la Guía general.

#### 4.16 Resistencia a la perforación

(ver Guía general)

#### 4.17 Soldabilidad

Para evaluar la soldabilidad de las láminas de PVC plastificado, se realiza mediante ensayos de cizallamiento y pelado.

##### 4.171 Cizallamiento

Se realiza conforme al ensayo de resistencia a la tracción (cizallamiento) de las juntas de la Guía General.

##### 4.172 Pelado

Se realiza tomando como referencia la norma ISO/R 1184. Probetas: bandas de 170 mm x 15 mm formadas del

siguiente modo: se superponen dos láminas del material a ensayar, se sueldan por un lado y se corta una banda de 85 mm x 15 mm. A continuación se separan los extremos libres de tal forma que la soldadura queda en medio. La velocidad de ensayo es de 200 mm/min.

#### 4.18 Planeidad y rectitud de los bordes

Se desenrolla la lámina sobre un soporte plano a temperatura ambiente. Se entiende por "rectilíneo" si la separación del borde con respecto a una línea recta es inferior a 50 mm en una longitud de 10 m.

Se entiende "sin ondulaciones en los bordes o en zonas normales", si la hoja no presenta ondulación superior a 10 mm de altura en relación al plano de la lámina.

#### 4.19 Ensayos relativos a la evaluación de la durabilidad

Para los ensayos de tracción se utilizan probetas tomadas en el sentido transversal de fabricación. Después de someter a las probetas al medio húmedo, se reacondicionan durante 7 días en un clima 23/50 antes del ensayo.

##### 4.191 acción del calor

Se acondicionan las probetas en estufa ventilada a  $80^{\circ}C$  y después de enfriar durante 2 h en clima 23/50.

Se determinan y representan gráficamente la variación dimensional y el cambio de peso<sup>3</sup> a las 6 h; 2 días, 10 días, 49 días y 180 días.

La resistencia a la rotura, el alargamiento, módulo de elasticidad y contenido en plastificante se determinan después de 180 días de acondicionamiento en estufa ventilada.

##### 4.192 acción combinada de radiación UV+ calor + humedad

Se efectúa el ensayo según la DIN 53387. Se colocan las probetas en el Xenotests, sometiéndolas a una energía de radiación de  $4.500 MJ/m^2$  (correspondiente a una duración de radiación de 2.500 h en el Xenotest 450).

Se determina la resistencia a la rotura, el alargamiento y módulo de elasticidad. Se realiza además una observación visual de las probetas.

##### 4.193 acción del agua

Se ejecuta el ensayo según la norma SIA 280, ensayo n° 12, delavado del plastificante (6 meses de duración). Se determina la resistencia a la rotura, el alargamiento y módulo de elasticidad y contenido en plastificante.

#### 4.194 acción del $SO_2$

Se acondicionan las probetas durante 28 días en un baño de bióxido de azufre al 5-6%, a 23°C de temperatura; a continuación se lavan con agua y se secan con papel de filtro. Se determina la resistencia a la rotura, el alargamiento, módulo de elasticidad y contenido en plastificante.

#### 4.195 acción de microorganismos

Se realiza en dos etapas:

El ensayo ISO descrito a continuación permite una primera evaluación de la resistencia a los hongos y es previo al ensayo de permanencia en tierra, que solo se efectúa si el anterior es positivo (es decir si aparecen hongos).

#### 4.1951 resistencia a los hongos

Se efectúa según la norma ISO 846-1978 "evaluación de la resistencia a los hongos de los materiales plásticos por examen visual, procedimientos A y B".

#### 4.1952 permanencia en tierra

Se entierran las probetas de la forma siguiente:

En recipientes plásticos de 500 ml (de 115 mm x 75 mm de

dimensión y 65 mm de altura). Se cubre el fondo con 3 cm de tierra húmeda (con una humedad de 170-180%) rica en microorganismos (mezcla de tierra vegetal y tierra arcillosa de suelo forestal). Se colocan sobre esta capa dos bandas de material, una al lado de otra, de forma que las partes centrales de las mismas estén en contacto con la tierra en una longitud de 10 cm. y los dos extremos tengan 3 cm. apoyados en los bordes del recipiente. Se recubre las probetas de otra capa de tierra de 3 cm. de espesor.

Los recipientes con cubierta de plástico se acondicionan durante 12 meses a  $28 \pm 1$  °C y una humedad relativa del aire de cerca del 100%. La tierra debe rehumidificarse cada tres meses.

Para observar la actividad microbiana de la tierra, se rellenan algunos recipientes de ensayo suplementarios con la mezcla anterior de tierra y tejido de algodón en vez de las láminas de PVC plastificado. Normalmente este tejido antes de la tercera semana está podrido.

Se determinan la resistencia a la rotura, el alargamiento y módulo de elasticidad después de 3, 6 y 12 meses. Antes del ensayo se lavan con agua las probetas y se acondicionan según el párrafo 4.1.

El contenido de plastificante se determina después de 12 meses de permanencia en tierra.

<sup>3</sup>La determinación del cambio de peso sirve para comprobar posibles pérdidas de plastificante. La determinación del contenido de plastificante, algo costosa, no se realiza hasta finalizar el ensayo.

## CAPÍTULO 5

### CONTROL DE CALIDAD

#### 5.1 Generalidades

La fabricación de las hojas de PVC plastificado se someten a un control de calidad regular (constituido por un control interno y una supervisión efectuada por un Instituto independiente)

#### 5.2 Control interno

Para asegurar una calidad constante de las láminas de PVC plastificado, el control interno del fabricante debe comprender los siguientes controles:

- materias primas
- durante la fabricación
- del producto acabado

Los resultados del control interno se registran y muestran al Instituto encargado de la supervisión en su visita según el apartado 5.3. Estos resultados se conservan al menos 5 años.

##### 5.21 Control de materias primas

El alcance del control de materias primas lo fija el Instituto autorizado de acuerdo con el fabricante.

Este control verifica la calidad constante de los siguientes componentes:

- PVC utilizado
- plastificantes
- estabilizantes
- otros aditivos (p. ej. biocidas)

##### 5.22 Controles durante la fabricación

Tiene por objeto comprobar de inmediato las desviaciones que pueden influir en las características del producto final.

Además del control permanente de las instalaciones, hay que efectuar los siguientes controles en las láminas de PVC plastificado:

- evaluación visual (defectos, etc.)
- espesor (en continuo)

##### 5.23 Control del producto acabado

En el curso del control interno el fabricante debe verificar como mínimo las características siguientes (tabla 5):

TABLA 5

Características	Ensayo según párrafo	Frecuencia mínima
Espesor	4,2	Continuamente
Anchura	4,3	Continuamente
Planeidad	4,18	Cada día
Resistencia a la rotura	4,4	Cada día
Alargamiento a rotura	4,8	Cada día Cada día
Retracción libre en estufa	4,15*	Cada lote de fabricación
Plegado a bajas temperaturas	4,14	Cada mes
Contenido en plastificantes	4,6	Dos veces al año

\* Los métodos de ensayo pueden modificarse de acuerdo con el Instituto encargado de la evaluación (DIT).

### 5.3 Control efectuado por un Instituto independiente

El fabricante de láminas de PVC plastificado debe firmar un contrato de supervisión con un organismo reconocido por el Instituto que concede los DIT.

Este control debe realizarse al menos dos veces al año y comprende la verificación del control interno y de las condiciones de los equipos y personal de la fábrica. Además hay que tomar las muestras para determinar las características indicadas en la tabla 5.

El personal encargado de la ejecución de los controles o el Instituto de control deben conservar durante 5 años una muestra de las láminas ensayadas.

Los resultados de la supervisión se recogen en un informe que debe comprender las indicaciones siguientes:

- fabricante y fábrica
- denominación del producto
- alcance del control interno
- resultados de las verificaciones efectuadas por el Instituto de control y comparación con las exigencias
- evaluación global
- fecha y lugar
- firma y sello del Instituto de control

El fabricante y el Instituto de control deben conservar el informe durante 5 años.

## CAPÍTULO 6

### CONTENIDO DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA

El D.I.T. concedido a láminas de PVC para un sistema de estanquidad de cubiertas, deberá constar de las siguientes partes:

- Utilización y campo de aplicación (soportes, sistemas)
  - Materiales utilizados (componentes del sistema, accesorios, capas de protección y separación, lastre)
  - presentación, embalaje, condiciones de almacenamiento
- puesta en obra
  - compatibilidad con otros materiales
  - reparaciones
  - descripción del proceso de fabricación
  - Resultados de los ensayos
  - control interno y supervisión
  - notas del Instituto responsable del DIT