



Eumeps Construction
Fabricantes Europeos de EPS

Libro Blanco del EPS

Documento de Antecedentes para la
Normalización Europea del EPS

Editado por EUMEPS en 2003
y traducido por ANAPE



ANAPE

Asociación Nacional de
Poliestireno Expandido

Contenido

1 General	6
1.1 Objeto y alcance de este documento	6
1.2 Antecedentes	6
1.3 Normalización	7
2 Explicación de la EN 13163 para edificios	9
2.1 Alcance	9
2.2 Normativa de referencia	9
2.3 Términos, definiciones, símbolos, unidades y abreviaturas	9
2.3.1 Términos y definiciones	9
2.3.2 Símbolos	10
2.3.3 Términos abreviados	11
2.4 Requisitos	12
2.4.1 General	13
2.4.2 Para todas las aplicaciones	13
2.4.2.1 Resistencia térmica y conductividad térmica	13
2.4.2.2 Longitud y espesor	15
2.4.2.3 Espesor	15
2.4.2.4 Rectangularidad	15
2.4.2.5 Planeidad	15
2.4.2.6 Estabilidad dimensional	15
2.4.2.7 Resistencia a la flexión	15
2.4.2.8 Reacción al fuego	16
2.4.3 Para aplicaciones específicas	19
2.4.3.1 General	19
2.4.3.2 Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas de temperatura y humedad	19
2.4.3.3 Deformación bajo condiciones específicas de carga de compresión y temperatura	19
2.4.3.4 Tensión de compresión	20
2.4.3.5 Tracción perpendicular a las caras	22
2.4.3.6 Resistencia a la flexión	23
2.4.3.7 Carga puntual	24
2.4.3.8 Fluencia por compresión	24
2.4.3.9 Absorción de agua	26
2.4.3.10 Resistencia a hielo - deshielo	27
2.4.3.11 Transmisión de vapor de agua	28
2.4.3.12 Rigidez dinámica	29
2.4.3.13 Compresibilidad	30
2.4.3.14 Densidad aparente	30
2.4.3.15 Emisión de sustancias peligrosas	30
2.5 Métodos de ensayo	32
2.5.1 Toma de muestras	32
2.5.2 Acondicionamiento	32
2.5.3 Ensayos	33
2.6 Código de Designación	33
2.7 Evaluación de conformidad	34
2.7.1 Sistemas de certificación y tareas	34
2.7.2 Declaración de conformidad del fabricante	35
2.7.3 Certificación	35
2.8 Marcado y etiquetado	35
2.9 Anexo A	35
2.10 Anexo B	35
2.11 Frecuencia de ensayos	35
2.12 Ensayos indirectos	36
2.13 Anexo C	36
2.14 Anexo D	36
2.14.1 General	36
2.14.2 Comportamiento a compresión a largo plazo	36
2.14.3 Comportamiento a la cizalladura	36
2.14.4 Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua	38
2.14.5 Comportamiento bajo carga cíclica	39
2.14.6 Métodos de ensayo	39
2.14.7 Información adicional	39

2.15 Anexo E (normativo)	39
2.16 Anexo F (informativo)	39
2.17 Anexo ZA	39
2.17.1 Objeto	39
2.17.2 Cláusulas relevantes	39
2.17.2.1 Reacción al fuego	40
2.17.2.2 Permeabilidad al agua	40
2.17.2.3 Emisión de sustancias peligrosas	40
2.17.2.4 Índice de ruido aéreo	40
2.17.2.5 Índice de absorción acústica	40
2.17.2.6 Índice de transmisión de ruido de impacto	40
2.17.2.7 Resistencia térmica	40
2.17.2.8 Permeabilidad al vapor de agua	40
2.17.2.9 Tensión a la compresión	40
2.17.2.10 Resistencia a la tracción	40
2.17.2.11 Durabilidad de la reacción al fuego frente al calor, la acción atmosférica, envejecimiento y degradación	40
2.17.2.12 Durabilidad de la resistencia a la compresión frente al envejecimiento y degradación	41
2.17.3 Sistema de certificación de conformidad	41
2.17.4 Marcado y etiquetado	41
3 Explicación de la EN 14309	43
3.1 General	43
3.2 Propiedades adicionales a las de la norma EN 13163	43
3.2.1 Linealidad de la sección de la tubería	43
3.2.2 Máxima temperatura de servicio	43
3.2.3 Mínima temperatura de servicio	43
4 Explicación de la norma Europea de Aplicaciones de Ingeniería Civil (CEA)	44
4.1 General	44
4.2 Propiedades que no son adoptadas de la EN 13163	44
4.3 Propiedades adicionales a las de la EN 13163	44
4.3.1 Resistencia a la carga cíclica	44
4.4 Propiedades que cambian	44
4.4.1 Dimensiones	44
4.4.2 Tensión de compresión	44
4.4.3 Conductividad térmica y resistencia térmica	44
4.4.4 Otros	44
5 Explicación de la EN 13499	45
6 Propiedades adicionales	45
6.1 Correlación entre resistencia de flexión y tracción	45
6.2 Contenido de humedad	46
6.3 Dilatación térmica	46
6.4 Coeficiente de dilatación hídrica	46
6.5 Calor específico	46
6.6 Resistencia química	46
6.7 Permeabilidad al aire	49
6.8 Propiedades eléctricas	49
7 Aplicaciones y cálculo	49
7.1 Normas Internacionales de aplicación	49
7.2 Normas de Cálculo Europeas	49
7.3 Reglas de Aplicación Nacional	51
7.4 Tipos Europeos de EPS	52
7.4.1 Tipos de EPS	52
7.4.2 Aplicaciones	53

8 Marcas de calidad voluntarias	55
8.1 Marcas Europeas	55
8.2 Marcas Nacionales	55
8.2.1 Austria	55
8.2.2 Bélgica	55
8.2.3 República Checa	55
8.2.4 Dinamarca	55
8.2.5 Finlandia	56
8.2.6 Francia	56
8.2.7 Alemania	56
8.2.8 Grecia	56
8.2.9 Islandia	56
8.2.10 Irlanda	56
8.2.11 Italia	56
8.2.12 Luxemburgo	56
8.2.13 Malta	56
8.2.14 Holanda	56
8.2.15 Noruega	57
8.2.16 Portugal	57
8.2.17 España	57
8.2.18 Suecia	57
8.2.19 Suiza	57
8.2.20 Reino Unido	57
9 Referencias y bibliografía	58
10 Autores	59
ANEXO A: Guía específica para fabricantes	60
1 Organización del control de producción de fábrica (Factory production control - FPC)	60
1.1 General	60
1.2 Documentos requeridos	60
1.3 Propiedades a probar bajo el FPC	60
1.3.1 Conductividad térmica	60
1.3.2 Máquina de ensayos mecánicos	60
1.3.3 Inflamabilidad	60
1.3.4 Rigidez dinámica	60
2 Diseño y agrupación de tipos de producto	60
2.1 Diseño	60
2.1.1 General	60
2.1.2 Conductividad térmica	61
2.1.3 Tensión de compresión al 10 % de deformación	63
2.2 Agrupamiento	63
2.2.1 General	63
2.2.2 Conductividad térmica	64
2.2.3 Reaccion al fuego	64
3 Ensayo indirecto	64
3.1 General	64
3.2 Conductividad térmica	64
3.3 Resistencia a la flexión	66
3.4 Reacción al fuego	66
3.5 Tensión de compresión al 10 % de deformación	66
3.5.1 Determinación de la varianza total de la densidad	69
4 Tratamiento de "outliers"	70
5 Trazabilidad	74
6 Caso de reclamación	74
6.1 General	74
6.2 Evidencia del ensayo	74

Documento de Antecedentes

1 General

1.1 Objeto y alcance de este documento

Los productos de aislamiento térmico fueron una de las primeras familias de productos de construcción a normalizar según la CPD1. Al principio la tarea no estaba claramente definida y ha cambiado incluso durante este periodo y continúa cambiando tras la publicación de las normas armonizadas.

El Grupo de Trabajo 4 (WG4), del Comité Técnico 88 (TC88) de CEN, ha tratado los productos de aislamiento térmico de poliestireno expandido (EPS). Se han recogido muchos datos de diferentes países y se han aportado nuevos datos para describir el comportamiento del EPS. La gran variedad de aplicaciones en toda Europa ha sido estudiada por el WG4 y se han intercambiado y registrado experiencias.

El trabajo de CEN/TC88/WG4 ha conducido a una masiva recopilación de datos, experiencias y conocimientos Europeos sobre el EPS. Ofrecer toda esta información a los transformadores, técnicos y usuarios del EPS es uno de los objetivos de este documento.

El grupo CEN/TC88/WG4 ha adquirido mucha información de CEN y de la Comisión Europea (CE), lo que ha conducido a la presente forma de las normas. Había un claro mandato, dado por la CE a CEN, que debía seguir tanto TC88 como sus grupos de trabajo. Este documento explica también los antecedentes del trabajo de normalización, que han conducido a la estructura específica de las normas, que siguen un formato común acordado por CEN TC88.

El trabajo de normalización no acaba con la primera publicación de la norma Europea EN-13163 para productos EPS. Como una norma de primera generación, difiere de la que se publica más tarde. Las directrices de los Comités Técnicos se hacen más precisas y se publicaran otras nuevas. En la siguientes versiones de las EN 13163 y EN 14309 se incorporarán algunos temas tales como la emisión de sustancias peligrosas o evaluaciones medioambientales. Otro objetivo de este documento es ayudar a los expertos en su trabajo de normalización sobre EPS.

La normalización es un asunto continuo y hay en preparación normas para uso del EPS en aplicaciones industriales y equipamiento de edificios, aplicaciones de ingeniería civil, sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS) y paneles complejos de EPS y placa de yeso laminado. Los datos de la investigación y desarrollo relativos a estos productos se incorporarán más adelante. Esta es la razón por la que este documento es un documento vivo y se revisará continuamente.

1.2 Antecedentes

En 1985 el Consejo Europeo publicó un libro blanco sobre la creación del mercado único interno de la Comunidad Europea. El propósito de crear un mercado interno es eliminar las barreras al comercio para productos (y servicios) permitiendo así la comercialización libre a través de la UE y promover así la competencia. La industria de la construcción, como parte importante de la actividad comercial de la UE, fue por tanto sometida a una directiva que cubre los productos de construcción, - la llamada CPD - Directiva del Consejo 89/106/EEC [5].

Esta Directiva es la manifestación práctica de la liberalización del mercado en el sector de la construcción a base de hacer transparentes las especificaciones de los productos de construcción, que forman una parte principal del mercado del sector junto con el diseño y contratación. En el momento en que se formuló la CPD se reconoció que el pretender hacer un conjunto de Reglamentaciones sobre Edificios común para la Zona Económica Europea era un paso a dar más adelante y que dichos reglamentos recaen por ahora bajo la responsabilidad de los Estados Miembros.

La CPD introduce el concepto de normas armonizadas (o partes de normas) con las cuales deben cumplir los productores o productos cuando se pongan en el mercado. Estas partes de la norma se detallan en el llamado Anexo ZA y tratan los seis Requisitos Esenciales que se espera que cumplan los trabajos de Edificación. Esto significa que los productos de construcción deben cumplir su parte para asegurar que los trabajos de edificación cumplen estos seis Requisitos Esenciales que son:

- 1) Resistencia y estabilidad mecánica
- 2) Seguridad en caso de incendio
- 3) Higiene y medioambiente
- 4) Seguridad de uso
- 5) Protección contra el ruido
- 6) Ahorro energético y aislamiento térmico

El trabajo de escribir estas normas es llevado a cabo por CEN (Comité Europeo de Normalización), un organismo que está compuesto por miembros de todos los organismos de normalización nacionales.

¹CPD: Directiva de Productos de Construcción

Con objeto de asegurar que el trabajo se dirige adecuadamente para cumplir el objetivo de la Comisión con el CPD, se ha establecido un Comité Permanente para la Construcción (Standing Committee for Construction - SCC) (CPD Artículo 19). El SCC representa a los Reguladores responsables de las leyes que regulan la construcción en los estados Miembros, y determina las propiedades a incluir en las partes armonizadas de las familias de normas, los niveles de certificación de conformidad a aplicar y las reglas que gobiernan el mercado y etiquetado.

Para apoyar esta actividad el SCC ha publicado una serie de documentos interpretativos y los servicios de la CE una serie de Guías para asegurar la uniformidad en la interpretación de la CPD, los métodos de ensayo, los períodos de transición, etc.

Para productos de aislamiento, el trabajo dentro de CEN está cubierto por CEN TC 88 'Materiales y productos de aislamiento térmico' y con CEN TC 89 'Comportamiento térmico de edificios y sus componentes' que lleva a cabo el trabajo sobre los métodos de cálculo para el comportamiento de los edificios.

El WG4 de CEN TC 88 es responsable de los productos de EPS manufacturados.

1.3 Normalización

Para conseguir unas especificaciones técnicas comunes en toda Europa, deben crearse normas Europeas sobre productos (o aprobaciones técnicas). Este trabajo es realizado por el organismo de normalización Europeo-CEN (o EOTA), que está reconocido como competente en el área de la normalización técnica voluntaria. CEN prepara las Normas Europeas de sectores específicos de actividad y va formando el "sistema de normalización Europeo".

En el campo de la construcción la Comisión Europea solicitó a CEN que preparase normas con objeto de implantar la Directiva Europea de Productos de Construcción (Construction Product Directive CPD). Esta normalización es "mandatada" por la Comisión, a través del Comité Permanente para la Construcción, en apoyo a la CPD. Esta iniciativa está apoyada también por el Secretariado de la EFTA.

El resultado debe por tanto ser aceptado por los Estados Miembros, que están representados en el SCC, y por los países de la EFTA si tuvieran disposiciones similares.

Para obtener una evaluación común del comportamiento de los productos, primero se necesitan unos métodos de ensayo Europeos. Estos métodos de ensayo para productos de aislamiento térmico fueron desarrollados por CEN/TC89 ya que trataban de comportamiento térmico. Todos los otros métodos de ensayo, por ejemplo para las propiedades físicas o mecánicas fueron desarrollados por CEN/TC88/WG1. Cuando había disponibles normas internacionales (ISO), se tomaron estas normas de ensayo y se transformaron en normas armonizadas Europeas.

Las normas de productos europeas eran de nueva creación debido al propósito específico de obtener un mercado común Europeo. El 'pasaporte del producto' para viajar dentro de la Comunidad Europea es la conformidad con la norma de dicho producto, lo que conduce al Mercado CE. Para todos los productos de aislamiento térmico, la evaluación de conformidad es la misma, la descrita en la EN 13172.

Para crear unos procedimientos de cálculo comunes, por ejemplo para el aislamiento térmico en edificios, se desarrollaron unas normas europeas de cálculo. Fueron necesarias también la norma de cálculo EN 832 [6] y otras normas europeas sobre valores de diseño. El campo de la normalización Europea se restringe a normas de producto y métodos de cálculo.

En las aplicaciones relativas a requisitos tales como niveles específicos de aislamiento térmico, tensión de compresión, absorción de agua, etc. permanece la prerrogativa de los Estados Miembros. El Artículo 3 de la CPD dice:

"Con objeto de tener en cuenta las posibles diferencias en las condiciones geográficas o climáticas o en la forma de vida, así como los diferentes niveles de protección que puedan aplicar a nivel nacional, regional o local, los requisitos esenciales pueden dar lugar al establecimiento de clases en los documentos citados en el párrafo 3 y en las especificaciones técnicas citadas en el Artículo 4 para que se cumpla dicho requisito."

En todos los países europeos donde se han establecido reglas para los productos de aislamiento térmico, han de revisarse aquellas ya que deben referirse a las normas Europeas de productos y a los niveles y clases allí citados.

La Figura 1 muestra la zona de la normalización Europea y el límite del restante ámbito de la normalización / reglamentación nacional.





Figura 1: Limite entre las tareas de normalización europeas y nacionales.

Esta Figura 1 puede crearse para cada producto de edificación normalizado. Para cubrir más aspectos generales de productos de edificación como el comportamiento ante el fuego, el comportamiento acústico, la emisión de sustancias peligrosas etc., se han desarrollado las llamadas normas horizontales, como por ejemplo las desarrolladas en CEN TC127 (fuego) y TC126 (acústica).

Aunque la aplicación de los requisitos citados son responsabilidad de los Estados Miembros, hay requisitos de aplicación general cubiertos por las normas europeas. Para productos de EPS hay normas adicionales como la EN 14309 [7] para equipamiento de edificios e instalación industrial y la EN xxxxx [8] para EPS en aplicaciones de ingeniería civil (CEA). Más aún, hay normas que especifican kits de componentes de edificación para una aplicación específica tales como la EN 13499 - Sistemas Compuestos de Aislamiento Térmico por el Exterior - ETICS [9].

Las normas Europeas armonizadas de productos pueden contener cláusulas adicionales voluntarias. La parte de la norma armonizada se define en el Anexo ZA. Para más información detallada ver 2.17.

2 Explicación de la EN 13163 para edificios

La información se aplica a las normas EN-13163, EN-13172 y en parte prEN-14309. La estructura del apartado 2 sigue la norma EN-13163. Las desviaciones se explican en los apartados 3, 4 y 5. Esta información sobre la EN-13163 se organiza como la estructura de la EN-13163 en sí misma. Esto significa que los subapartados de este capítulo siguen el mismo sistema de numeración que los principales apartados de la EN-13163.

El apartado anterior proporciona una información general sobre la creación de la norma. El grupo de diez normas (EN 13162 - EN 13171) para productos aislantes de edificación manufacturados se desarrolló al mismo tiempo y todas las normas del grupo se lanzaron como ENs en Mayo de 2001. Hay otros grupos de productos de aislamiento térmico, por ejemplo para equipamiento de edificios e instalación industrial (que no son edificios) y productos realizados "in-situ", que se publicarán más tarde.

2.1 Alcance

El alcance cubre todos los productos de EPS usados en edificios incluyendo productos moldeados, en los que se usa el término "artículo preformado". También se incluyen toda clase de recubrimientos excepto aquellos que estén cubiertos por otra norma de producto como por ejemplo la EN 13168 [10] que cubre productos de lana de madera (viruta) y losas compuestas de lana de madera. Estas losas de lana de madera o viruta son productos de aislamiento compuestos en los que la viruta va pegada a una o ambas caras de un núcleo de EPS.

Los paneles compuestos hechos de EPS y las placas de yeso laminado se especifican en EN 13959 [27] Los paneles compuestos de metal autoportantes con núcleo de EPS son cubiertos por la EN 14509 [28]

La mínima resistencia térmica es 0,25 m²K/W y la máxima conductividad térmica es 0,060 W/mK para asegurar una mínima resistencia térmica. Los productos que tengan una conductividad térmica de 0,040 W/mK deben ser de al menos 10 mm de espesor. Los productos de EPS normal tienen una conductividad térmica mucho más baja de 0,060 W/mK, normalmente en el rango de 0,030 a 0,045 W/mK.

2.2 Normativa de Referencia

Este apartado lista en orden numérico todas las normas que se citan en la parte de normativa de la EN 13163. Estas normas, que se mencionan en los anexos informativos se citan con su título completo, por ejemplo ver Anexo D de la EN 13163.

Normalmente las normas se citan sin fecha para evitar revisiones de la EN 13163 cada vez que se publica una nueva versión de las normas de referencia. Solo las normas preliminares (prEN) y la EN 13172 se citan con su fecha.

2.3 Términos, definiciones, símbolos, unidades y abreviaturas

2.3.1 Términos y definiciones

En este apartado se listan y definen todas las expresiones específicas del EPS. Para términos específicos de reacción al fuego ver 2.4.2.8.

EN 13163 contiene las definiciones que se usan en esta norma y que no se encuentran en la EN ISO 9229 [11]. Para otros campos de productos de edificación hay en preparación otras normas de definiciones:

EN 27345	Aislamiento térmico- Cantidades físicas y definiciones [34]
EN 45020	Normalización y actividades relacionadas - Vocabulario General [12]
EN ISO 13943	Seguridad ante el fuego- Vocabulario [13]

Algunas de estas normas de definiciones están escritas en las tres lenguas oficiales Inglés, Francés y Alemán de forma que puedan usarse también para su traducción.

2.3.2 Símbolos

Los símbolos, además de los que se definen en EN 13163, 13499, 14309 CEA y que se usan en este documento se listan más adelante.

Símbolo	Explicación	Unidad
$1 - \alpha$	Nivel de confianza	1
α_{th}	Coefficiente de expansión térmica	1/K
C_p	Capacidad de calor específica	J/(kg·K)
ϑ	Temperatura	°C
ϑ_{meas}	Espesor medido	m
D	Coefficiente de difusión de vapor de agua	m ² /h
δ	Permeabilidad al vapor de agua	mg/(Pa·h·m)
δ_{air}	Permeabilidad al vapor de agua del aire	mg/(Pa·h·m)
d_{mean}	Temperatura media	°C
FIGRA	Índice de la velocidad de crecimiento del fuego	W/s
F_{ψ}	Factor de conversión de humedad	1
F _s	Propagación de la llama	Mm
γ	Factor para el cálculo de λ_u (Regulación alemana)	1
$k_{n,p,1-\alpha}$	Factor k	1
λ_{ϑ}	Conductividad térmica a temperatura media ϑ	W/m·K
λ_{lim}	Valor límite de conductividad térmica	W/m·K
λ_{meas}	Conductividad térmica medida	W/m·K
λ_U	Conductividad térmica de diseño	W/m·K
λ_u	Conductividad térmica de diseño relacionada con el contenido de humedad	W/m·K
$L_{n,w,eq}$	Nivel de ruido de impacto normalizado equivalente	dB
$L'_{n,w}$	Nivel de ruido de impacto normalizado	dB
ΔLw	Reducción de nivel de ruido de impacto	dB
$L'_{nT,w}$	Nivel de ruido de impacto estandarizado	dB
LFS	Propagación lateral de la llama	M
m	Masa	Kg
Δm	Diferencia de masa	Kg
m'	Masa superficial	Kg/m ³
m'_o	Masa superficial	Kg/m ³
μ	Factor de resistencia al vapor de agua	1
n	Número de muestras	1
p	Fractil	1
PCS	Poder calorífico superior	MJ/Kg
q	Ratio	1
Q	Energía	J
R_D	Constante del vapor de agua gas (= 462·10 ⁻⁶ Nm/(mg·K))	Nm/(mg·K)
R_{meas}	Resistencia térmica medida	m ² K/W
σ_c	Tensión alternativa (de acuerdo a EN 1606)	KPa
s1 - s3	Clases adicionales de reacción al fuego	No
d0 d2	Clases adicionales de reacción al fuego	No
t_f	Tiempo de aplicación de la llama	s
ΔT	Diferencia de temperatura	K
THR ₆₀₀	Emisión total de calor durante los primeros 600 segundos	MJ
TSP _{600s}	Producción total de humo	M ²
u	Contenido de humedad	vol-%
V	Volumen	m ³
W_p	Contenido práctico de agua	vol-%
X_{th}	Dimensión dependiente de la temperatura	M
X	Dimensión	M
Z	Fractil de la distribución normal estándar	1

Tabla 1: Lista de símbolos, explicaciones y unidades.

El término $1 - \alpha$ se describe como intervalo de predicción en EN 13163. En el contexto en el que se usa en la EN 13163 el término correcto es nivel de confianza.

2.3.3 Términos Abreviados

AoC	Attestation of conformity
ASTM	American Society for Testing and Materials (American standardisation body)
BKB	BV Kwaliteitverklaringen Bouw
BS	British Standard
CEA	Civil Engineering Application
CEN	European Committee for Standardisation (CEN = Comité Européenne de Normalisation)
CPD	Construction Products Directive CUAP / Common Unique Acceptance Procedure
DOA	Date of Acceptance
DOW	Date of withdrawal
EEA	European Economic Area
EC	European Commission
EN	European Norm (European Standard)
EOTA	EOTA : European Organisation for Technical Approvals
EPS	Expanded Polystyrene
ETA	European Technical Approval
ETG	European Technical Guideline
ETICS	External thermal insulation composite systems
EU	European Union
EUMEPS	European Manufacturers of EPS
FIGRA	Fire Growth Rate Index
FIW	Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V., München
FPC	Factory production control
FR	Flame retarded
ISO	International Standards Organization
KIWA	Dutch Certification body
KOMO	Brand name of a dutch quality mark
LFS	Lateral Flame Spread
prEN	provisional European Norm (European standard)
SBI	Single Burning Item
SCC	Standing Committee of Construction
SEE	Service de l'Energie de l'Etat
SBK	Stichting BouwKwaliteit
SMOGRA	Index for rate of Smog Development
TC	Technical Committee
UAP	Unique Acceptance Procedure
UEAtc	Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction (European Union of Agrément)
WG	Working Group
WI	Work Item

Abreviatura	Organización	País
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación	Spain
AFNOR	Association Française de Normalisation	France
BIN	Belgisch Instituut voor Normalisatie	Belgium
BSI	British Standard Institute	United Kingdom
CSNI	Czech Standards Institute	Czech Republic
DIN	Deutsches Institut für Normung	Germany
DS	Dansk Standard	Denmark
ELOT	Hellenic Organization for Standardization	Greece
IBN	Institut Belge de Normalisation	Belgium
IPQ	Instituto Português da Qualidade	Portugal
IST	Icelandic Standards	Iceland
MSA	Malta Standards Authority	Malta
MSZT	Hungarian Standards Institution	Hungary
NEN	Nederlands Normalisatie-instituut	Netherlands
NSF	Norges Standardiseringsforbund	Norway
NSAI	National Standards Authority of Ireland	Ireland
ÖN	Österreichisches Normungsinstitut	Austria
SEE	Service de l'Energie de l'Etat (SEE), Organisme Luxembourgeois de Normalisation	Luxemburg
SFS	Suomen Standardisoimisliitto r. y.	Finland
SIS	Swedish Standards Institute	Sweden
SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung	Switzerland
SUTN	Slovak Institute for Standardization	Slovakia
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione	Italy

Tabla 2: Miembros de CEN

Los miembros de CEN han de seguir la reglas de CEN e implementar las normas armonizadas publicadas por CEN. Participan en la creación y el proceso de voto de las normas europeas.

Abreviatura	Organización	País
ASRO	Romanian Standards Association	Romania
CYS	Cyprus Organisation for Standards	Cyprus
DPS	General Directorate of standardisation	Albania
DZNM	State Office for Standardization and Metrology	Croatia
EVS	Estonian Centre for Standardisation	Estonia
LST	Lithuanian Standards Board	Lithuania
LVS	Latvian Standards Ltd	Latvia
PKN	Polish Committee for Standardization	Poland
SASM	State Agency for Standardization and Metrology	Bulgaria
SIST	Slovenian Institute for Standardization	Slovenia
TSE	Turkish Standards Institution	Turkey

Tabla 3: Miembros afiliados a CEN

Los miembros afiliados a CEN no están obligados a seguir la reglas de CEN ni a implementar las normas armonizadas. Participan en la creación de las normas europeas pero no en el proceso de voto.

2.4 Requisitos

Un producto de aislamiento térmico de EPS debe cumplir una variedad de requisitos independientemente de la aplicación a la que este destinado. Otras propiedades solo son necesarias para aplicaciones específicas. Esta es la razón por la que la EN 13163 distingue entre requisitos para todas las aplicaciones en el apartado 4.2 y requisitos para aplicaciones específicas en el apartado 4.3. La consecuencia es que cada producto puesto en el mercado con el marcado CE tiene (al menos) que cumplir los requisitos del apartado 4.2 de la EN 13163. Además de estas propiedades, el fabricante puede elegir y declarar niveles / clases de requisitos dados en el apartado 4.3.

2.4.1 General

Como se menciona en este apartado un resultado de ensayo de una propiedad de un producto es la media de los valores medidos requeridos en el método de ensayo correspondiente. Esta regla es válida para todos los requisitos donde se soliciten valores límite. En los casos donde se realice una evaluación estadística, no deben usarse los valores medios para calcular las desviaciones típicas o los valores previstos, ver Anexo A y B de la EN 13163. Los procedimientos de cálculo para determinar un valor declarado que consiga un 90 % de cuantil y un 90 % de nivel de confianza se describen en el Anexo A de la EN 13163.

Además de los requisitos para obtener el resultado de los ensayos, que es una media de varios valores simples, para las propiedades mecánicas se requiere que ningún valor aislado sea menor en un 10% del valor declarado. Esto debe tenerse en cuenta para los requisitos según los apartados 4.2.6, 4.2.7, 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4, 4.3.5, 4.3.6, 4.3.8, 4.3.11, 4.3.12 y 4.3.13.

2.4.2 Para todas las aplicaciones

2.4.2.1 Resistencia térmica y conductividad térmica

Las propiedades térmicas de una muestra de un producto de aislamiento térmico se obtienen según EN 12667 o EN 12939, teniendo en cuenta el espesor (medido según EN 823) y el tipo de producto especificado. El resultado del ensayo es la resistencia térmica de la muestra específica. Cuando la muestra es de un tipo de producto específico en el que no tiene efecto el espesor o es una muestra no multicapa, la conductividad térmica puede calcularse usando la ecuación:

$$\lambda_{\text{medida}} = \frac{d_{\text{medido}}}{R_{\text{medida}}} \quad \text{en W/m}\cdot\text{K}$$

De acuerdo con la norma EN-13163 (B.2.4), las planchas de espesor 50 mm y conductividad térmica igual o inferior a 0,038 W/m·Km, el efecto espesor es despreciable.

El tratamiento estadístico es necesario para obtener el valor declarado que debe representar el 90% de la producción determinado con un nivel de confianza del 90% (90/90). La resistencia térmica (R) declarada siempre y si es posible la conductividad térmica (λ) también. En la mayoría de los casos el transformador de EPS elegirá aplicar la estadística a los valores de conductividad térmica en un grupo de productos definido. Entonces añadirá a sus documentos oficiales la conductividad térmica declarada (λ_{d}) y la resistencia térmica declarada (R_{d}) para un espesor determinado.

Las propiedades térmicas se declaran en la etiqueta del producto o del embalaje.

Efecto de la temperatura en la conductividad térmica

La conductividad térmica para productos de edificación se declara a una temperatura media de 10 °C. Para productos empleados en equipamientos de edificios pueden ser de interés otras temperaturas medias. La conductividad térmica frente a la temperatura se describe en la referencia [22] y se muestra en la Figura 2.

Para el efecto del espesor ver A.3.2.

Mecanismo de transferencia de calor

El mecanismo de transferencia de calor de una plancha de aislamiento térmico como el EPS puede dividirse en tres componentes:

- Conductividad
- Radiación
- Transferencia de masa

Pueden encontrarse más detalles en ISO 9251[38]. Para radiación ver [39] y para transferencia de masa [40].

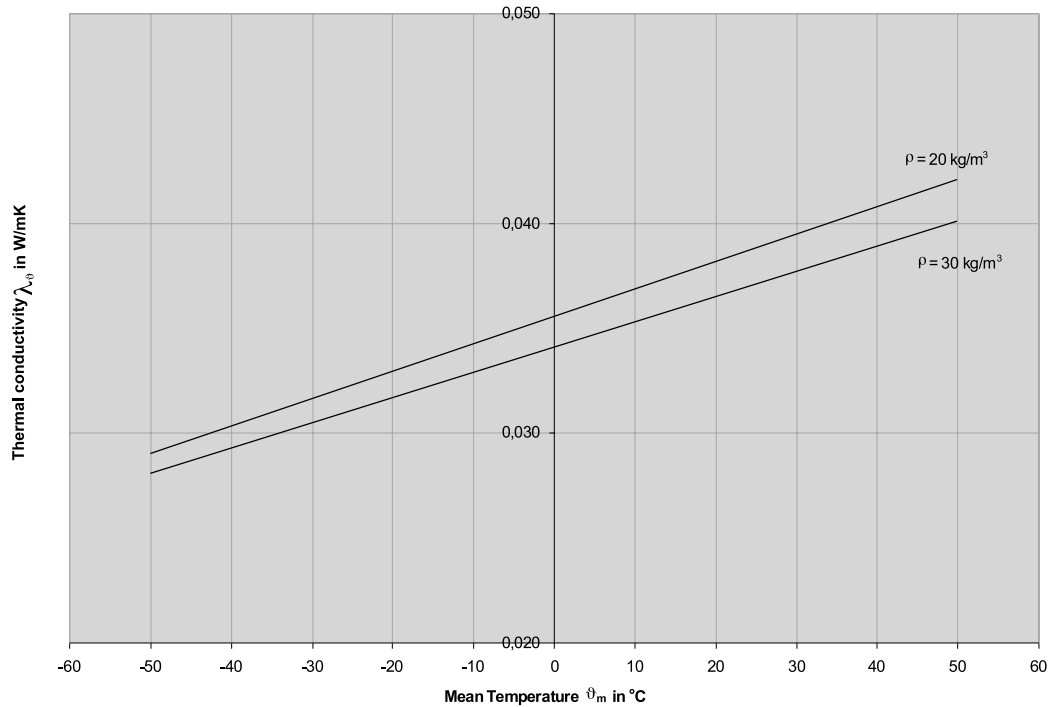


Figura 2: Conductividad térmica del EPS frente a temperatura media derivada de la referencia [22].

Las curvas para la densidad de 20 kg/m³ y 30 kg/m³ pueden calcularse como sigue:

$$\lambda_{\theta, 20} = 0,03555 \text{ W / mK} + 0,00013\theta$$

$$\lambda_{\theta, 30} = 0,03407 \text{ W / mK} + 0,000012\theta$$

Para los productos de construcción, la conductividad térmica se mide a 10°C, para equipamiento e instalaciones, se debe medir a diferentes temperaturas (al menos tres) para establecer la curva de conductividad térmica del rango de temperatura declarado. Es claro que la conductividad térmica varía con la temperatura. A menor temperatura, menor conductividad térmica.

Efecto de la humedad en la conductividad térmica

El cambio de la conductividad térmica por cada 1% de contenido de agua es del orden del 3%. En la práctica el contenido de agua en las aplicaciones habituales del EPS no supera el 0,1%. El valor práctico de cambio de la conductividad térmica debido al contenido de agua es del orden de 0,4%.

Podemos encontrar más información en el apartado 2.4.3.9.

El cambio en la conductividad térmica por efecto de la humedad en los aislantes térmicos y otros materiales de construcción se determinó en una investigación en Alemania [52]. La figura 3 muestra que el EPS tiene un comportamiento más favorable, en cuanto al incremento de la conductividad térmica por el efecto del contenido de humedad, que otros materiales con celda no cerrada, Para calcular la relación entre el contenido en humedad y la conductividad térmica para diferentes densidades el factor F_{ψ} fue introducido por los autores de la investigación. La siguiente ecuación muestra la relación más precisa que los valores de las tablas 9 y 10.

$$F_{\psi} = \lambda_u / \lambda_{u=0}$$

Donde u es la variable contenido en humedad en %-volumen y $\lambda_{u=0}$ es la conductividad térmica del material seco. $F_{\psi} = 1,0 + 0,032078 \cdot u + 0,0010031 \cdot u^2$

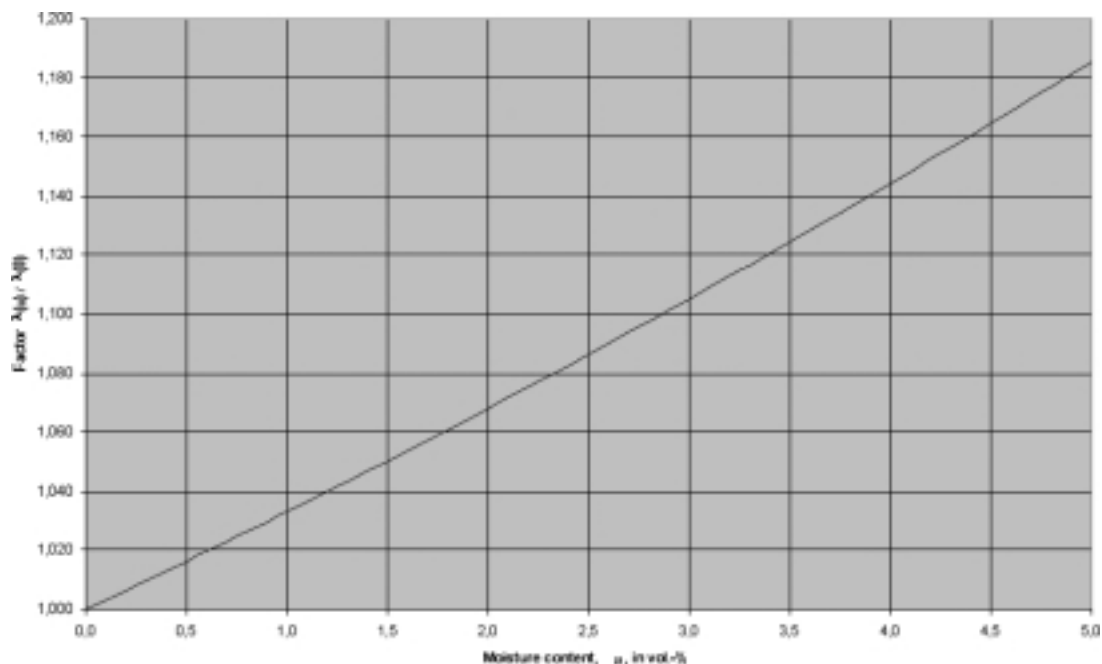


Figura 3: Variación de la conductividad térmica según el contenido en humedad

2.4.2.2 Longitud y espesor

Las clases de tolerancias para la longitud y espesor (ver tabla 1 de EN 13163) reflejan los requisitos nacionales (reguladores). Sólo se necesitan tolerancias más estrechas como L2 y W2 para aplicaciones muy específicas. Ver también Eurotipos de EPS 7.4.

2.4.2.3 Espesor

Las clases de tolerancias para el espesor (ver tabla 1 de EN 13163) reflejan los requisitos nacionales (reguladores). Sólo se necesitan tolerancias más estrechas como T2 para aplicaciones muy específicas. Ver también Eurotipos de EPS 7.4.

2.4.2.4 Rectangularidad

Las clases de tolerancias para rectangularidad (ver tabla 1 de EN 13163) reflejan los requisitos nacionales (reguladores). Sólo se necesitan tolerancias más estrechas como S2 para aplicaciones muy específicas. Ver también Eurotipos de EPS 7.4.

2.4.2.5 Planeidad

Las clases de tolerancias para planeidad (ver tabla 1 de EN 13163) reflejan los requisitos nacionales (reguladores). Sólo se necesitan tolerancias más estrechas como P4 para aplicaciones muy específicas. Ver también Eurotipos de EPS 7.4.

2.4.2.6 Estabilidad dimensional

Las clases de estabilidad dimensional (ver tabla 2 de EN 13163) reflejan los requisitos nacionales (reguladores). Sólo se necesitan tolerancias más estrechas como DS(N)2 para aplicaciones muy específicas. Ver también Eurotipos de EPS 7.4.

La estabilidad dimensional se usa también para probar la durabilidad de la resistencia térmica frente al envejecimiento y la degradación, ver tabla ZA.1 de EN 13163.

2.4.2.7 Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión se usa para asegurar las propiedades de manipulación del EPS. En lo exigido para productos de aislamiento térmico para este requisito se prevé la tracción.

El normalizador es libre de sustituir por ejemplo la tracción por otra propiedad como es el caso para el EPS. En la tabla ZA.1 de EN 13163 se requiere la tracción o la resistencia a la flexión para asegurar la manipulación y fue combinada con la resistencia a la flexión.

Para aplicaciones donde se requieran niveles más altos de resistencia a la flexión ver el apartado 4.3.2 de EN 13163. En el apartado 4.2.7 se requiere un valor umbral de solo a 50 kPa, que se conseguirá con todo producto de EPS bien soldado.

2.4.2.8 Reacción al fuego

A exposición constante de temperaturas por encima de 100 °C, el EPS comienza a ablandarse y arrugarse y finalmente se funde. Si se sigue exponiendo al calor, se forman por descomposición productos gaseosos combustibles. Si estos pueden o no incendiarse por una llama o chispa depende en gran medida de la temperatura, duración de la exposición al calor y el caudal de aire alrededor del material (disponibilidad de oxígeno).

El EPS fundido normalmente no arde por chispas de soldadura o brasas de cigarrillos; sin embargo, las pequeñas llamas harán arder fácilmente al EPS de grado estándar a menos que contenga aditivos retardantes de la llama (EPS-SE). Cuando se exponen a una fuente de fuego los productos de la descomposición del aditivo causarán el sofocamiento de la llama de forma que cuando se elimina la fuente el EPS-SE no continuará ardiendo.

Cuando se ensaya según ASTM D 1929 [51], la temperatura de ignición en presencia de una llama piloto del EPS grado estándar es 360 °C y el del EPS-SE es 370 °C. Estos valores indican que, cuando el EPS fundido se descompone, los gases inflamables solo se forman a 350 °C o más. En ausencia de llama piloto, la temperatura de autoinflamación del EPS fundido es 450 °C.

En presencia de grandes fuentes de ignición o de flujos de calor significativos, por ejemplo mayores de 50 kW/m² procedentes de fuegos de otros materiales, el EPS-SE podría arder, reflejando la naturaleza orgánica del poliestireno. El EPS al arder tiene una emisión de calor de 40 MJ/kg (en masa) o 400-2,000 MJ/m³ (en volumen) [19].

La reacción ante el fuego es la única propiedad en el campo de los productos de aislamiento térmico para los cuales la CE ha dispuesto Euroclases.

El nuevo sistema Europeo de clasificación ante el fuego ha provocado la armonización de los métodos de ensayo de fuego. El grupo de ensayos de fuego europeo sustituirá a gran número de métodos de ensayo nacionales. El nuevo sistema supondrá muchos cambios para los productores y usuarios de productos de construcción en cuanto a la comprensión del nuevo sistema y en cuanto a cómo los productos de construcción se tratan y etiquetan.

El comportamiento se referirá en los productos de construcción a su aplicación final. Esto se diferencia del sistema existente, como ya es común en reglamentos nacionales de edificios. Estos deben cambiarse a reglamentos basados en el comportamiento.

Algunas cosas no cambiarán. Esto incluye el nivel de seguridad (al fuego) de los Estados Miembros Individuales. Los reglamentos nacionales serán y ya están siendo modificados para acomodarse a las nuevas clasificaciones Europeas. Los niveles de seguridad de los Estados Miembros, representativos de sus prácticas en edificación y experiencia en construcción y lucha contra el fuego, permanecen siendo su prerrogativa y no se armonizan. Los Estados Miembros están actualmente evaluando cómo acomodar a nivel nacional el nuevo sistema de clasificación.

El nuevo grupo de ensayos de fuego Europeo incluye:

- EN ISO 1182 Ensayo de No Combustibilidad [35]
- EN ISO 1716 Determinación de valores caloríficos [36]
- EN ISO 11925-2 Ensayo de inflamabilidad
- EN 13823 Ensayo de Combustión del Objeto Único (Single Burning Item - SBI)

Los métodos de ensayo anteriores están todos en la norma de clasificación (EN 13501-1), que describe el comportamiento requerido en las ensayos para obtener las Euroclases A1, A2- E y se muestra en la Tabla 5. La Euroclase F indica un comportamiento 'no determinado' o un fallo de la clase E. La Clase E se obtiene cuando los resultados del ensayo de inflamabilidad con pequeño quemador no supera ciertos valores (llama de 15 cm de altura y sin gotas ardientes, como prescribe la norma EN ISO 11925-2). El ensayo del Pequeño Quemador aporta información sobre la inflamabilidad del producto, que tiene su importancia durante la primera fase de una situación de fuego, es decir, durante la fase de ignición.

Para lograr las Clases D, C o B, necesitan hacerse los ensayos de Pequeño Quemador y de SBI. Además el SBI se requiere también para obtener la Clase A2 y en casos especiales la Clase A1 (ver nota al pie 2ª de la Tabla 5).

Los criterios del SBI son:

- FIGRA = Índice de velocidad de propagación del fuego (Fire Growth Rate Index)
- LFS = Propagación de Llama Lateral (Lateral Flame Spread)
- THR₆₀₀ = Emisión de Total de Calor (Total Heat Release) durante los primeros 600 segundos

La Producción de Humo (s_1 , s_2 y s_3) y la aparición de gotas inflamadas (d_0 , d_1 y d_2) son clasificaciones adicionales.

Se basan en:

- SMOGRA = Índice de velocidad de Desarrollo del Humo (para la clasificación s)
- Gotas ardientes = Aparición y duración de gotas inflamadas (para la clasificación d)

El comportamiento de un producto en reacción al fuego se relaciona tanto con su aplicación final como con las propiedades fundamentales del material y el ataque térmico. Debe por tanto ensayarse el comportamiento del producto para reflejar su aplicación final. Un producto y un producto en su aplicación final de uso puede por tanto tener diferente comportamiento y clasificación.

Los detalles de montaje y fijación (M&F), como lo requieren los ensayos de inflamabilidad y de SBI, están siendo preparados por el TC88 con las directrices del TC127. Se consideran dos opciones que podrían ser incorporadas en las correspondientes normas de producto: especificaciones normalizadas de M&F para la consecución del marcado CE al ponerlos en el mercado con o sin uso final definido y recomendaciones de M&F para aplicaciones de uso final específico. Para especificaciones normalizadas de M&F ha de definirse su campo de aplicación.

El EPS-SE pasa la prueba del pequeño quemador (EN ISO 11925-2) en todos los espesores y densidades y por tanto cumple los requisitos de la Euroclase E. El EPS sin aditivos retardantes de llama (EPS estándar o grado N) se clasifica como Euroclase F. Las clases más altas, determinadas en la ensayo SBI (EN 13823), dependen del espesor, densidad, montaje y fijación, que representa la condición final de uso de las muestras. El EPS se utiliza en muchas aplicaciones diferentes. Dependiendo de la aplicación se pueden obtener Euroclases E, D, C, o B. Por ejemplo el EPS en su aplicación detrás de una placa de yeso laminado, fachada de doble hoja cerámica o en un panel sándwich de acero obtendrá la Euroclase B.

Cuando se expone a temperaturas superiores a 80°C, el EPS se reblandece, se contrae y finalmente se funde.

En presencia de fuentes de inflamación grande o flujos de calor significativos (por ejemplo mayores de 50 Kw/m² de incendios de otros materiales), el EPS-F eventualmente arderá, manifestando su naturaleza orgánica. La combustión de EPS tiene una emisión de calor de 40 MJ/Kg (en masa). Para los productos de EPS la carga de fuego es más interesante ya que la masa del EPS empleada en construcción es muy baja comparada con la de otros materiales.

La durabilidad de la reacción ante el fuego está cubierta por la sección 2.17.2.11. Para definiciones en el campo de la seguridad ante el fuego, ver EN ISO 13943 [13].

Tabla 4: Clases de Reacción al Fuego para Productos de Construcción (excepto Suelos).*

Clase	Métodos de ensayo	Criterios de clasificación	Clasificación adicional
A1	EN ISO 1182 (1);	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; y $\Delta m \leq 50\%$; y $t_r = 0$ (sin llama)	
	EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); y $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (2) (2a); y $\text{PCS} \leq 1.4 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); y $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	
A2	EN ISO 1182 (1);	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$; y $\Delta m \leq 50\%$; y $t_r \leq 20\text{s}$	Producción de humo(5); y gotas / partículas inflamadas (6)
	EN ISO 1716;	$\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (1); y $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (2); y $\text{PCS} \leq 4.0 \text{ MJ.m}^{-2}$ (3); y $\text{PCS} \leq 3.0 \text{ MJ.kg}^{-1}$ (4)	
	EN 13823 (SBI)	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; y LFS < borde de la muestra; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	
B	EN 13823 (SBI);	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W.s}^{-1}$; y LFS < borde de la muestra; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7.5 \text{ MJ}$	Producción de humo (5); y gotas / partículas inflamadas (6)
	EN ISO 11925-2(8): Exposición = 30s	$F_s \leq 150\text{mm}$ en 60s	
C	EN 13823 (SBI);	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W.s}^{-1}$; y LFS < borde de la muestra; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Producción de humo (5); y gotas / partículas inflamadas (6)
	EN ISO 11925-2(8): Exposición = 30s	$F_s \leq 150\text{mm}$ en 60s	
D	EN 13823 (SBI);	$\text{FIGRA} \leq 750 \text{ W.s}^{-1}$	Producción de humo (5); y gotas / partículas inflamadas (6)
	EN ISO 11925-2(8): Exposición = 30s	$F_s \leq 150\text{mm}$ en 60s	
E	EN ISO 11925-2(8): Exposición = 15s	$F_s \leq 150\text{mm}$ en 20s	gotas / partículas inflamadas (7)
F	Comportamiento no determinado		

1) Para los productos homogéneos y componentes substanciales de productos no homogéneos.

2) Para cualquier componente no-substancial externo de productos no homogéneos.

2a) Alternativamente, cualquier componente no-substancial externo teniendo $\text{PCS} \leq 2.0 \text{ MJ.m}^{-2}$, a condición de que el producto satisficiera los criterios siguientes de EN 13823(SBI): $\text{FIGRA} \leq 20 \text{ W.s}^{-1}$; y LFS < borde de la probeta; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 4.0 \text{ MJ}$; y s1; y d0.

3) Para cualquier componente no-substancial interno de productos no homogéneos.

4) Para el producto en su totalidad.

5) s1 = $\text{SMOGR} \leq 30\text{m}^2.\text{s}^{-2}$ y $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 50\text{m}^2$; s2 = $\text{SMOGR} \leq 180\text{m}^2.\text{s}^{-2}$ y $\text{TSP}_{600\text{s}} \leq 200\text{m}^2$; s3 = no s1 o s2.

6) d0 = ninguna gota/partícula inflamada en EN 13823(SBI) dentro de 600s; d1 = ninguna gota/partícula inflamada que persisten más de 10s en EN 13823(SBI) dentro de 600s; d2 = no d0 o d1; La ignición del papel en ISO 11925-2 del EN da lugar a una clasificación d2.

7) Paso = ninguna ignición del papel (ninguna clasificación); Fallo = ignición del papel (clasificación d2).

8) Bajo condiciones de ataque de llama superficial y, si es apropiado para el uso final del producto, ataque de llama lateral.

* El tratamiento de algunas familias de productos, por ejemplo productos lineales (tuberías, conductos, cables etc), está todavía en revisión y puede necesitar una modificación sobre esta decisión.

2.4.3 Para aplicaciones específicas

2.4.3.1 General

Ya que todo producto de aislamiento (de EN 13162 a EN 13171) ha de cubrir los requisitos descritos en el apartado 4.2 de las ENS, los requisitos dados en el apartado 4.3 son opcionales. Estos requisitos adicionales serán declarados por el fabricante sólo si son necesarios para la aplicación a que se destina. Los requisitos correspondientes a la aplicación vienen de las reglamentaciones nacionales tales como las normas de aplicación, aprobaciones técnicas u otras. Ver también 7.4.

2.4.3.2 Estabilidad dimensional a unas condiciones de temperatura y humedad específicas

No hay una aplicación conocida en Europa en la que se requiera para el EPS una estabilidad dimensional a una temperatura y humedad especificadas. Por razones de armonización (entre los diferentes productos de aislamiento térmico) esta propiedad fue abordada en la norma EN 13163. Por lo que se conoce, las condiciones de humedad no afectan a las dimensiones del EPS.

2.4.3.3 Deformación bajo condiciones específicas de carga de compresión y temperatura

La deformación bajo condiciones específicas de carga de compresión y temperatura es necesaria en algunos países para aplicaciones donde se aplican la presión y temperatura, por ejemplo para cubiertas planas. Las medidas de Zehendner [21] muestran que el comportamiento de la deformación por presión depende de la temperatura medioambiental. De acuerdo con [3] la deformación elástica finaliza con el 1,5% de la deformación.

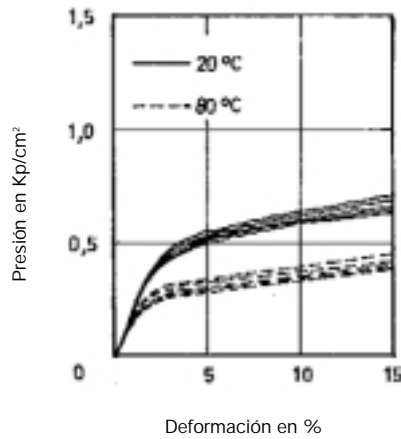


Figura 4: Carga de compresión y deformación de EPS estándar, densidad 14 Kg/m³ [21]

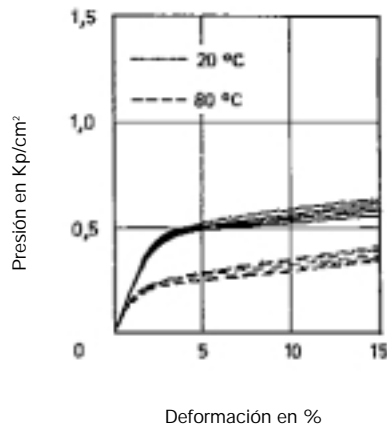


Figura 5: Carga de compresión y deformación de EPS estándar, densidad 24 Kg/m³ [21]

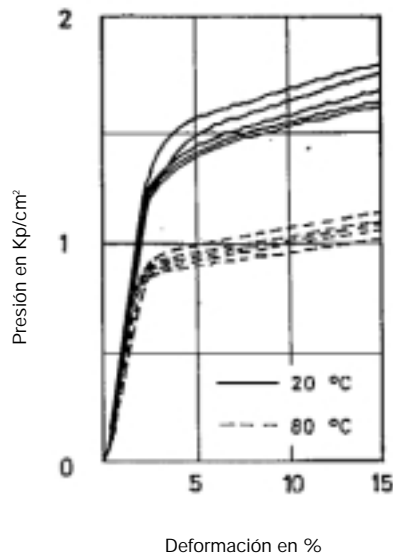


Figura 6: Carga de compresión y deformación de EPS-SE, densidad 14 Kg/m³ [21]

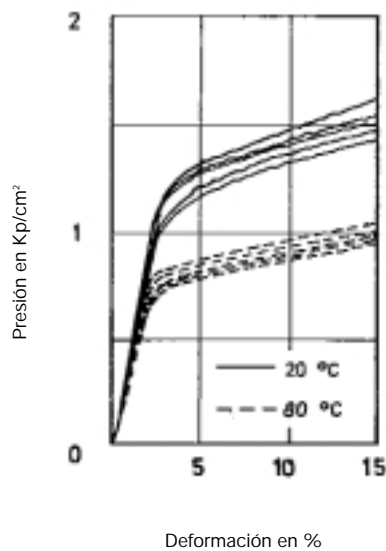


Figura 7: Carga de compresión y deformación de EPS-SE, densidad 24 Kg/m³ [21]

2.4.3.4 Tensión de compresión

La tensión de compresión normalmente se necesita para aplicaciones donde se aplica la carga sobre el EPS: bajo suelos, en cubiertas planas, aislamiento perimetral, etc. En la práctica la deformación del EPS en aplicaciones con carga es mucho más baja que el 10 %. Se elige la tensión de compresión al 10 % de deformación para obtener resultados de ensayo repetibles con objeto de utilizarlo como control de producción. En principio es posible ensayar el EPS a las deformaciones que se den en las condiciones de uso final, del 1 al 3 %, lo que conduciría a unos valores distintos de tensión de compresión. Pero la precisión y repetibilidad de estos resultados es mucho menor que los tomados al 10 %.

Por otro lado la relación entre los resultados de los ensayos de la tensión de compresión al 10 % de deformación y el comportamiento a la compresión a largo plazo es bien conocido y está bien descrito en el apartado D.2 de la EN 13163.

La tensión de compresión del EPS es una de las propiedades más importantes y por tanto se usa para clasificar los productos de EPS. La clasificación y relación con la resistencia a la flexión se describe en el Anexo C de la EN 13163. La tensión de compresión depende directamente de la densidad como se muestra en el apartado B.2.2 de la EN 13163. La relación entre la tensión de compresión y la resistencia a la difusión de vapor de agua / permeabilidad al vapor de agua se da en D.4 de la EN 13163.

La tensión de compresión depende de la temperatura de ensayo, lo que también se describe en 2.4.3.3. El comportamiento a compresión a 20 °C se muestra en la Figura 8.

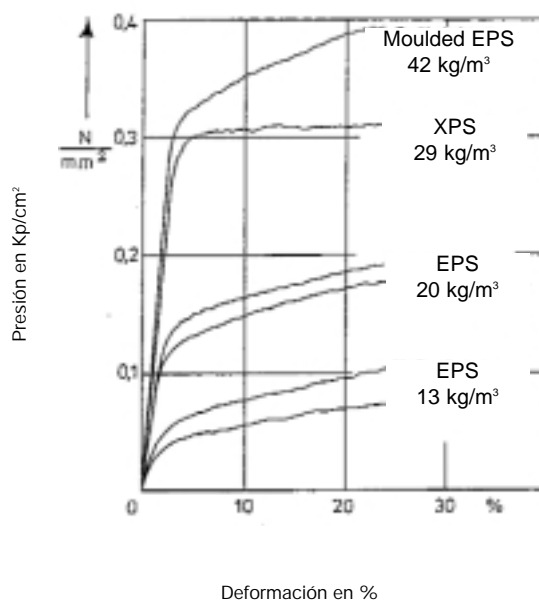


Figura 8: Tensión de compresión a 20°C de diferentes densidades de EPS.

Los diferentes valores de la tensión de compresión al 10 % de deformación a diferentes temperaturas fue medido por Zehendner [23] y se da en la Tabla 5.

Tabla 5: Tensión de compresión al 10 % de deformación a diferentes temperaturas.

Material	Densidad	Tensión de compresión a diferentes temperaturas				
		-170 °C	-60 °C	-30 °C	20 °C	70 °C
EPS estándar	14	42	46	58	56	42
	22	210	150	160	160	120
EPS-SE	14	62	75	77	83	62
	22	190	170	170	160	120
EPS, placa moldeada	42	510	450	420	360	240

De acuerdo con [3] la deformación elástica finaliza con el 1,5% de la deformación.

2.4.3.5 Tracción perpendicular a las caras

La tracción se necesita cuando el EPS está sujeto a tensiones de adherencia y cuando el peso intrínseco o la succión debida al viento somete al EPS a esfuerzos de tracción.

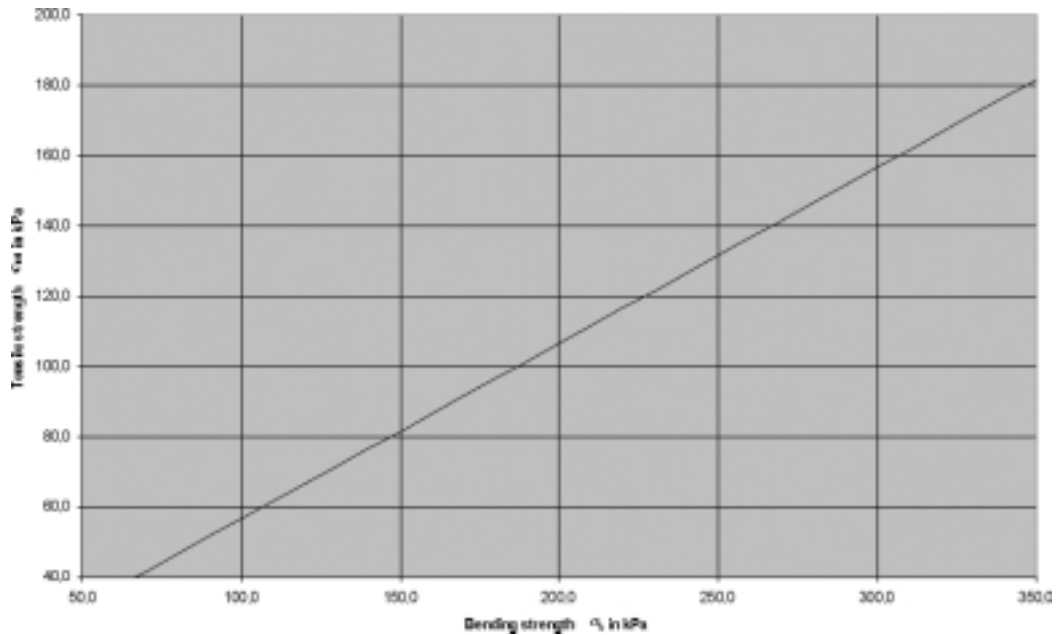


Figura 9: Relación entre la resistencia a flexión (bending strength) y resistencia a tracción perpendicular a las caras (tensile strength)

$$\sigma_{mt} = 14,00 \cdot \rho - 72,5 \text{ kPa}$$

Los diferentes valores de tracción a diferentes temperaturas fueron medidos por Zehendner [23] y se dan en la Tabla 6.

Tabla 6: Tracción a diferentes temperaturas.

Material	Densidad	Resistencia a tracción a diferentes temperaturas			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS estándar	14	190	120	120	80
	24	330	400	370	250
EPS-SE	14	190	190	190	130
	23	320	320	300	210
EPS, placa moldeada	40	720	790	550	270

2.4.3.6 Resistencia a la flexión

Ya que la resistencia a la flexión es mucho más fácil de determinar que la resistencia a la tracción, se usa aquella para evaluar la manipulación y para control de calidad en lo relativo a la fusión/soldadura del material de EPS. Para un producto bien fundido la resistencia a la flexión depende de la densidad como se muestra en la Figura 10.

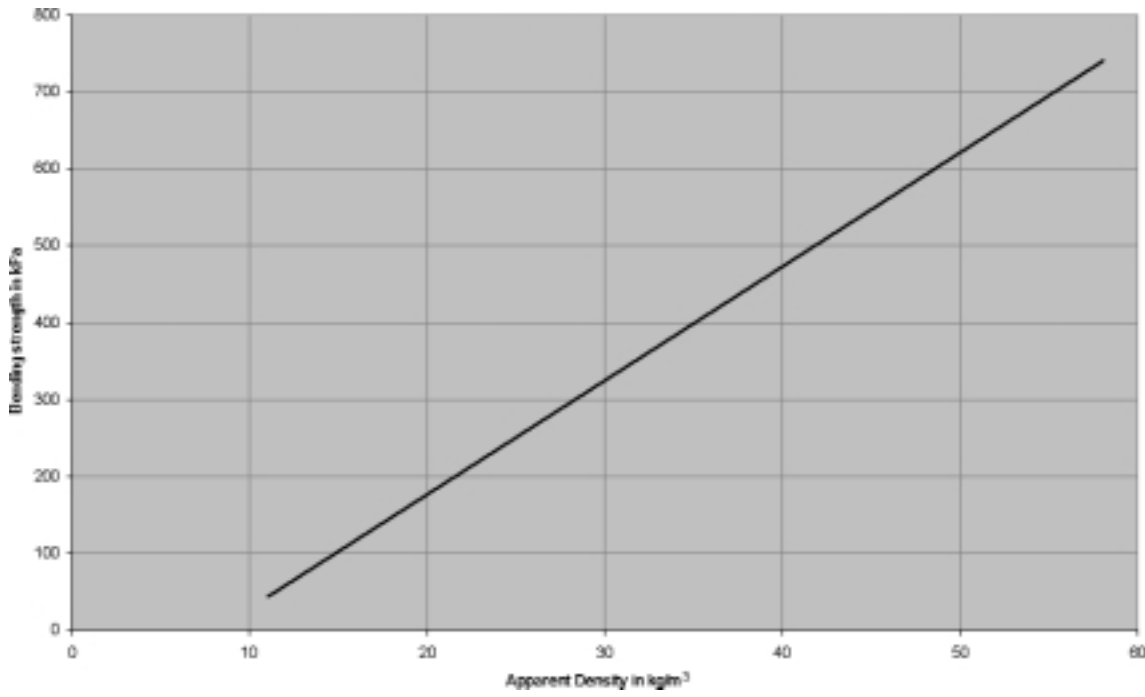


Figura 10: Correlación entre la flexión y la densidad.

Para calcular la resistencia a la flexión a partir de la densidad usar la fórmula de abajo.

$$\sigma_{mi} = 14,84 \cdot \rho_a - 122,6 \text{ kPa}$$

En el anexo C de la norma EN-13163 la correlación entre la tensión de compresión y la resistencia a la flexión se da con el propósito de la clasificación. Las cifras en la tabla C.1 no reflejan una correlación real entre estas propiedades. Los valores de resistencia a flexión en esa tabla representan el requisito mínimo para un producto "bien soldado". La resistencia a flexión promedio correspondiente a la tensión de compresión al 10% de deformación es significativamente mayor que los valores recogidos en la tabla C.1 de la EN-13163.

Los diferentes valores de resistencia a la flexión a diferentes temperaturas fueron medidos por Zehendner [23] y se dan en la Tabla 7.

Tabla 7: Resistencia a la flexión a diferentes temperaturas

Material	Densidad	Resistencia a tracción a diferentes temperaturas			
		-170 °C	-60 °C	20 °C	70 °C
EPS estándar	14	160	220	150	130
	23	290	300	330	290
EPS-SE	14	200	200	170	130
	22	370	330	280	230
EPS, placa moldeada	40	690	670	510	300

Para ver la relación con el cortante: 2.14.3

2.4.3.7 Carga puntual

El método de ensayo de carga puntual fue desarrollado especialmente para productos que se comportan de modo particular en cubiertas planas durante la construcción (por ejemplo, la lana mineral puede ser muy flexible y el vidrio celular puede ser muy frágil). El EPS se comporta de manera diferente, las cargas durante la construcción son más bien bajas comparadas con las posibles cargas determinadas por la tensión de compresión y no afectan ciertamente al EPS. Por tanto el ensayo de carga puntual no es determinante. La determinación por ensayo de la tensión de compresión es suficiente para la aplicación de cubiertas planas.

2.4.3.8 Fluencia a compresión

La fluencia a compresión es la deformación bajo una carga específica (σ_c) en relación con el tiempo. Justo después del inicio de aplicación de la carga se produce una deformación X_0 . La deformación total X_t bajo carga se puede calcular como sigue:

$$X_t = X_0 + 10^a t^b$$

En esta fórmula t es el tiempo en horas y a y b son coeficientes que se calculan de acuerdo a la norma EN-1606.

Necesaria normalmente para aplicaciones donde hay altas cargas continuas en una estructura soportada por el EPS tal como cimentaciones o suelos de almacenes de frío.

El Instituto Nacional Sueco de Ensayos e Investigación -SP- (Swedish National Testing and Research Institute) de Gothenburg ha publicado los resultados de los datos de fluencia del EPS en 2001 [31] SP midió muestras medidas de bloques de EPS de una densidad de 18,9 kg/m³ durante un período de 15.869 h (cerca de dos años). La tensión de compresión probada, σ_c , fue tomada como una relación de la tensión de compresión al 10 % de deformación, σ_{10} . Se probaron las siguientes tres relaciones diferentes:

$$q_1 = \sigma_{c1} / \sigma_{10} = 0,25$$

$$q_2 = \sigma_{c2} / \sigma_{10} = 0,35$$

$$q_3 = \sigma_{c3} / \sigma_{10} = 0,45$$

Las Figuras 11 y 12 muestran el comportamiento de la fluencia a largo plazo del EPS evaluado de acuerdo a EN 1606.

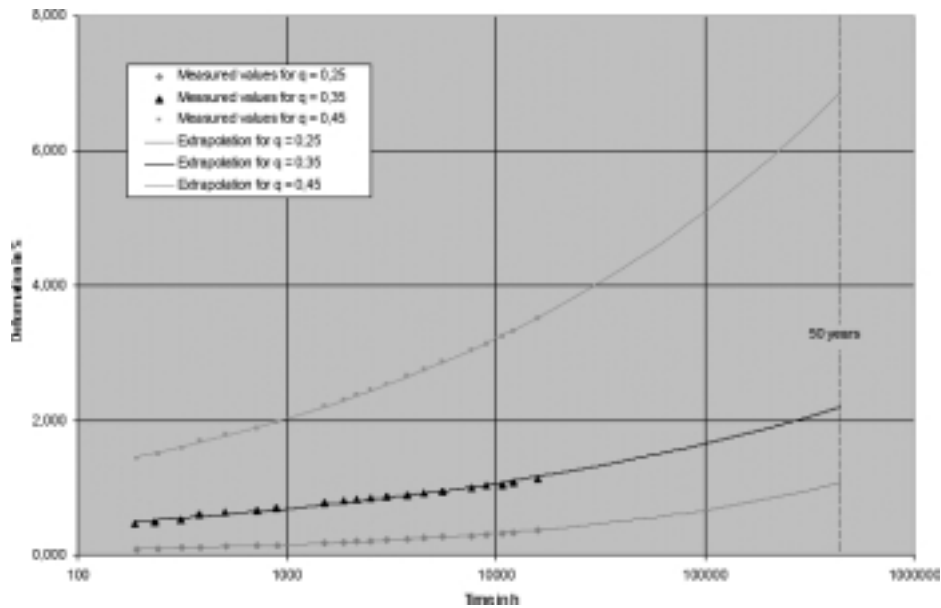


Figura 11: Deformación total medida del EPS 100, ϵ_t , y extrapolación a 50 años.

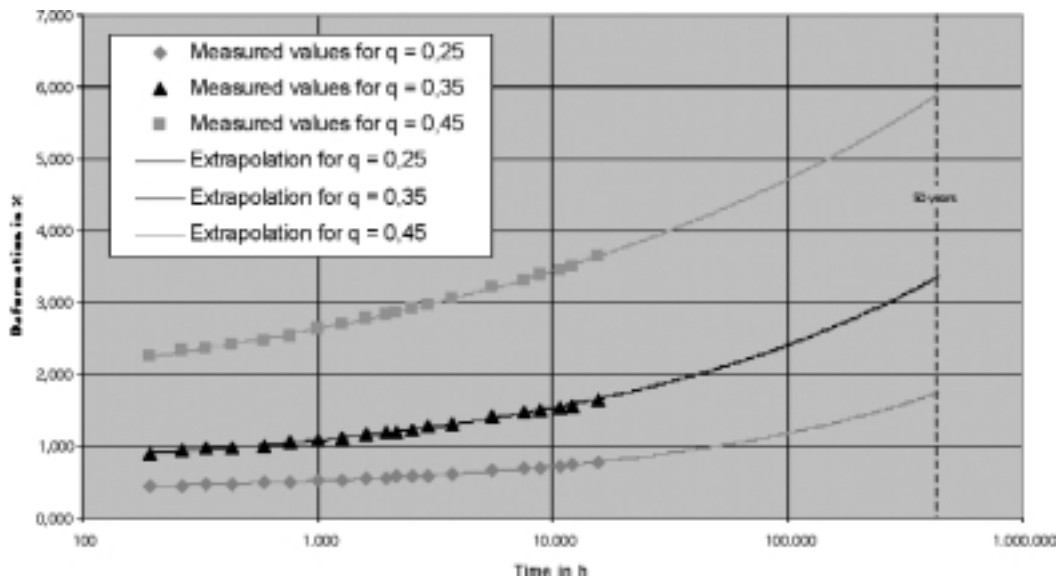


Figura 12: Deformación total medida del EPS 200, ϵ_t , y extrapolación a 50 años.

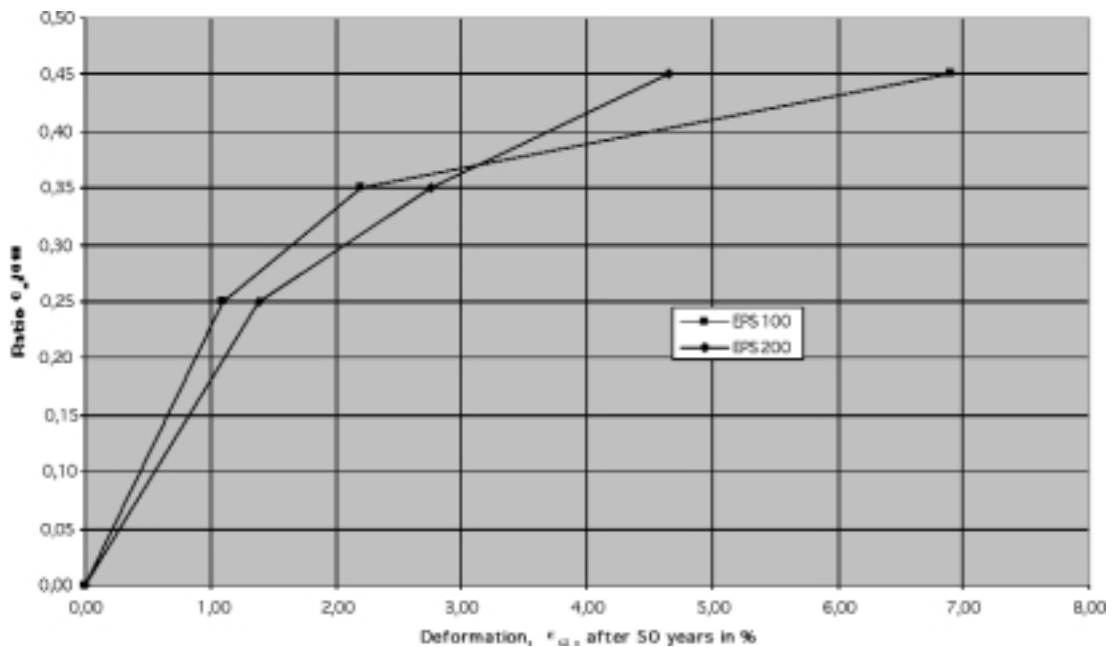


Figura 13: Fluencia a compresión del EPS 100 y del EPS 200, después de 50 años en relación al ratio q

Para evitar un gran número de medidas para todos los posibles productos y condiciones prácticas puede usarse la relación q para declarar la tensión de compresión correcta, σ_c , lo que conduce a una deformación del 2 % tras 50 años. Según la Figura 13 esta es 0,33. El factor de 0,30 dado en D.2 de la norma EN 13163 es correcto.

La deformación inicial proveniente de las medidas del instituto SP para el ratio 0,3 son:

- EPS 100 0,54 %
- EPS 200 0,48 %

Ejemplo:

Un aislamiento de EPS se diseña para su uso bajo cimentación que impondrá una tensión de 75 kPa = 0,75 Kg/cm². No excederá la deformación del 2 % ¿Qué material ha de elegirse?

$$\sigma_c = 75 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{10} = \sigma_c / q = 75 \text{ kPa} / 0,30 = 250 \text{ kPa}$$

Eso significa que ha de elegirse un material de EPS de $\sigma_{10} = 250 \text{ kPa}$ para esta aplicación. Para decidir sobre la densidad aparente, ρ_a , que debe ser seleccionada de la ecuación B.2 de la norma EN-13163 (Anexo B) se aplica:

$$\sigma_{10, \text{ pred}} \approx 10,0 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kg} \times \rho_a$$

$$\rho_a = (\sigma_{10, \text{ pred}} + 109,1 \text{ kPa}) / 10,0 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kg}$$

$$\rho_a = (250 \text{ kPa} + 109,1 \text{ kPa}) / 10,0 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3/\text{kg}$$

$$\rho_a = 35,9 \text{ kg/m}^3$$

La fluencia a compresión de un producto diseñada de este modo tendría un valor declarado de CC(2% / 1,5%, 50) 75.

Si el transformador usa una correlación distinta probada específicamente de tensión de compresión y densidad, puede aplicarse ésta, y puede llegarse a otros resultados.

2.4.3.9 Absorción de agua

Los diferentes métodos de ensayo para la absorción de agua son ensayos acelerados para especificar el material, pero los resultados no son relevantes directamente para propósitos de diseño.

Para aplicaciones comunes la conductividad térmica de diseño, λ_u , es la misma que la conductividad térmica declarada, λ_D . En aplicaciones donde el producto de EPS esté en contacto permanente con el agua, debe estimarse el factor de conversión de humedad de la conductividad térmica según EN ISO 10456.

Tabla 8: Conductividad térmica en relación con el contenido en humedad según la norma ISO 10456.

Contenido en humedad %	Conductividad térmica de diseño	
	$\lambda_D = 0,033 \text{ W/mK}$	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/mK}$
1,0	0,034	0,037
2,0	0,036	0,039
3,0	0,037	0,041
5,0	0,040	0,044
10,0	0,049	0,054
15,0	0,060	0,066

Ejemplo

En cimientos de edificios con drenaje donde el producto de EPS esté contra o dentro del suelo, el contenido práctico de agua a largo plazo, W_p , es aproximadamente

$$W_p \approx W_{it} / 2$$

Y en cimientos sin drenaje

$$W_p \approx W_{it}$$

De acuerdo a los niveles dados en EN 13163 (tabla 8) la conductividad térmica de diseño puede calcularse como sigue:

$$\lambda_u = \lambda_D \cdot F_\psi$$

Los valores de F_{ψ} se dan en la Tabla 9.

Tabla 9: Factor de conversión de humedad F_{ψ}

Para el comportamiento bajo exposición al agua en condiciones prácticas ver también 2.4.3.10.

Nivel de acuerdo a EN 13163	Contenido práctico de agua W_p vol %		Factor conversión de humedad F_{ψ}	
	Drenado	No drenado	Drenado	No drenado
WL(T)5	$\leq 2,5$	$\leq 5,0$	1,11	1,22
WL(T)3	$< 1,5$	$< 3,0$	1,06	1,13
WL(T)2	$\leq 1,0$	$\leq 2,0$	1,04	1,08
WL(T)1	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	1,02	1,04

2.4.3.10 Resistencia a hielo-deshielo

La determinación de la resistencia a hielo-deshielo sólo es necesaria en aplicaciones donde el EPS está permanentemente expuesto directamente al agua y a un rango de temperatura bajo y sobre 0 °C.

Estas condiciones pueden ocurrir en sistemas de aislamiento de heladas no protegidos (sin capa de grava o aislamiento bajo nivel freático, etc.) o en cubiertas invertidas.

La resistencia a hielo-deshielo se ensaya de acuerdo con la norma EN12091 en la cual se determinan las modificaciones en la tensión de compresión y el contenido de humedad. El ensayo corresponde a 300 ciclos desde condiciones secas a -20°C a condiciones húmedas a +20°C. Una gran cantidad de medidas de la resistencia a hielo-deshielo muestra que los productos de EPS con densidades superiores a 20 Kg/m³ no se degradan con esos ciclos de hielo-deshielo. La conductividad térmica de los productos de EPS tampoco se ve afectada por estos ciclos.

El Instituto Canadiense para la Investigación en Construcción ha ensayado placas de EPS moldeadas para su uso en la aplicación de aislamiento perimetral de muros durante un periodo de dos años [41]. El espesor de las placas era 76 mm, y la densidad variaba entre 12 y 18 kg/m³. Después de dos años de seguimiento las medidas indicaban un comportamiento térmicamente estable del aislamiento de EPS. Las prestaciones térmicas de las muestras no se vieron afectadas significativamente por el movimiento del agua. Además, se obtuvo como resultado que el aislamiento de EPS protegía al hormigón durante los ensayos. La conductividad térmica no mostró una diferencia significativa de la medida antes del inicio del ensayo. También la tensión de compresión de las probetas fue la misma que la medida anterior a los ensayos. Por tanto, las prestaciones "in situ" del aislamiento de EPS en esta aplicación son altamente estables.

Para los materiales para aislamiento horizontal ante heladas, la determinación de la resistencia a ciclos de hielo-deshielo no es necesaria cuando el aislamiento está en condiciones de drenaje normales (aislamiento sobre nivel freático). El aislamiento debería estar rodeado en ambos lados por capas de grava y arena con baja capilaridad. Estas capas forman parte del sistema de drenaje que dejan el nivel de agua por debajo del aislamiento. El aislamiento con EPS sólo debería tener contactos ocasionales con el agua. Se recomienda al menos una capa de 200 mm de grava y arena entre el nivel de agua y el aislamiento. El aislamiento debe protegerse también de filtraciones por la zona superior. Tanto el terreno como el aislamiento han de estar inclinados (al menos una pendiente del 2%) desde la base del edificio para que el posible agua de filtraciones sea evacuado y no dañe las cimentaciones. En las condiciones mencionadas el contenido en humedad del aislamiento a base de EPS con un correcto drenaje estará en el intervalo entre 0,5 y 2,5 % en volumen [50].

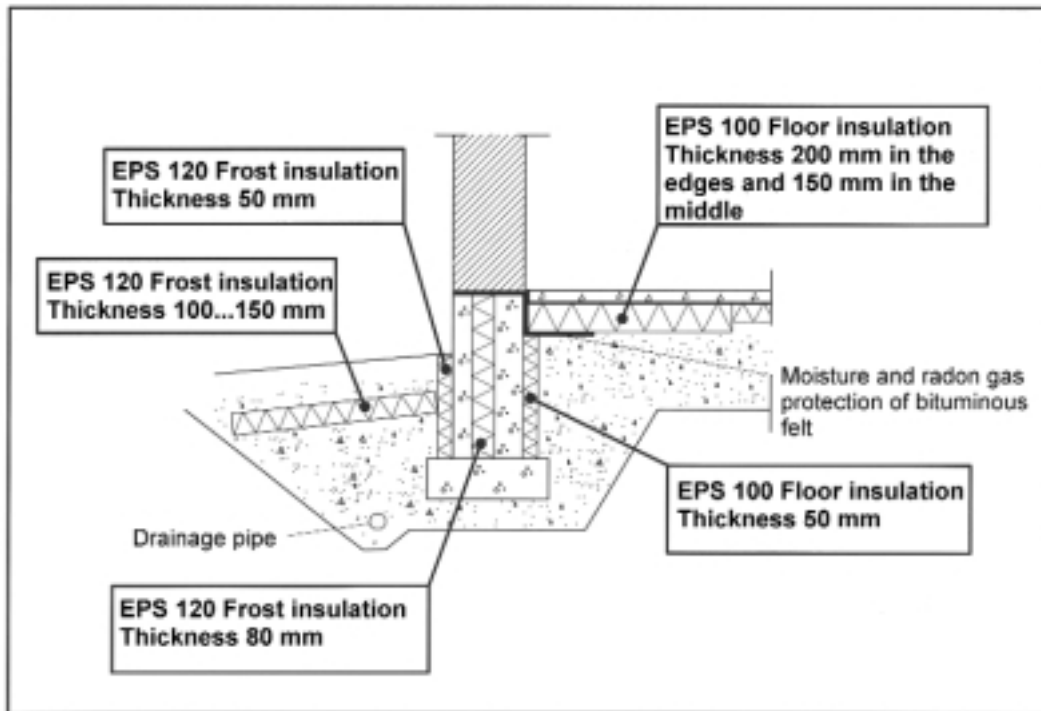


Figura 14: Ejemplo de cómo utilizar el EPS en aislamiento de suelos y cimentaciones

Conclusión:

- Los productos de EPS con densidad superior a 22 kg/m³ tienen buenos resultados en los ensayos de resistencia ciclos de hielo-deshielo, si las planchas están bien soldadas.
- La clasificación de los productos para aislamiento de heladas (FROST Insulation) de EPS en Finlandia es (basada en el método de ensayo EN12087, método 2A):
 - o EPS 120 Frost: Tensión de compresión a corto plazo, para el 10% de deformación de 120 kPa y contenido de humedad inferior al 2% en vol. [WL(T)2].
 - o EPS 200 Frost: 200 kPa y WL(T)1.
 - o EPS 300 Frost: 300 kPa y WL(T)1.
 - o EPS 400 Frost: 400 kPa y WL(T)1.

2.4.3.11 Transmisión de vapor de agua

La transmisión de vapor de agua a través del producto de aislamiento térmico es necesaria para construcciones en que haya que calcular la condensación de vapor de agua. Un método de cálculo para esto se da en EN 13788 [25], lo que requiere factores de resistencia a la difusión del vapor de agua. Estos factores se dan en la tabla D.2 de la EN 13163. Ya que siempre hay un rango dado en la tabla D.2 y EN 13788 requiere el uso del valor desfavorable, hay que decidir si se debe usar el valor superior o el inferior. En los casos en que el punto de condensación se localice dentro de la capa de aislamiento, debe usarse el valor más alto. En los casos en que el punto de condensación se localice fuera de la capa de aislamiento, debe usarse el valor más bajo. Si la condensación se localiza dentro de la capa de EPS no hay diferencia en cuanto a qué valor se utilice.

Además de la EN 12086 la EN ISO 12572 es otra norma de ensayo para esta propiedad. Para otros materiales de construcción puede usarse la EN 12524 [18] que contiene valores tabulados.

2.4.3.12 Rigidez dinámica

La rigidez dinámica se necesita para aplicaciones en que haya que evaluar el comportamiento acústico. La rigidez dinámica siempre se determina junto con una capa gruesa y pesada (por ejemplo, una losa) y describe la transmisión de vibraciones entre las dos capas. Valores bajos de rigidez dinámica conducen a un alto índice de reducción del sonido. Para ensayos indirectos de la rigidez dinámica ver el apartado B.2.5 de EN 13163.

Normalmente la rigidez dinámica se necesita para calcular el índice ponderado de la reducción de ruido de impacto de los forjados intermedios con un acabado de suelo flotante.

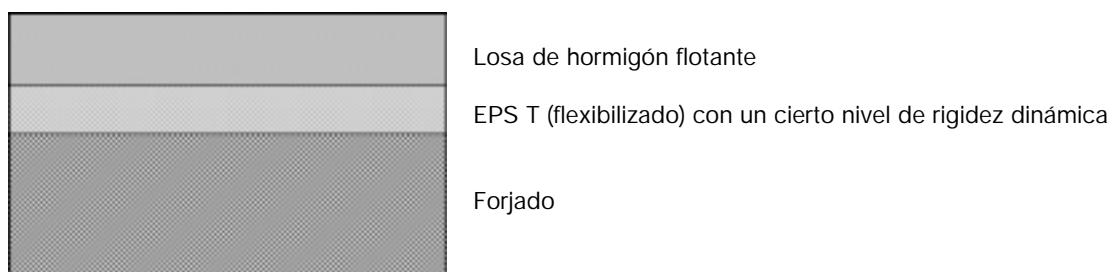


Figura 15: Ejemplo de construcción de un forjado con suelo flotante.

Para una información más detallada de cómo calcular la reducción del ruido por impacto ver EN 12354-2 [26].

Ejemplo:

Dos plantas de un edificio están separadas por una losa de hormigón de 200 mm. Para alcanzar unas determinadas prestaciones acústicas se debe realizar un suelo flotante de espesor 60 mm a base de hormigón sobre una plancha de EPS-T (EPS elasticado o flexibilizado). Las propiedades del EPS-T son:

Espesor	40 mm
Compresibilidad	3 mm
Rigidez dinámica	10 MN/m ³

Si la densidad del hormigón es 2300 kg/m³ y la de la losa flotante 2000 kg/m³, las masas superficiales son:

Para el forjado	460 kg/m ²
Para la losa flotante	120 kg/m ²

De acuerdo con el Anexo B de la norma EN-13254-2, la ecuación B.5.

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \lg m'/m'0 \text{ en dB}$$

Donde m' es la masa superficial del forjado y m'0 es 1 kg/m²

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \lg 460/1 = 164 - 35 \lg 460 = 164 - 35 \times 2,663 = 70,8 \text{ dB}$$

La reducción del suelo flotante, ΔL_w , se toma de la figura C.1 de la norma EN-12354-2. Para una masa superficial de la losa de 120 kg/m² y rigidez dinámica de 10 MN/m³ de la capa elástica de EPS-T, ΔL_w es 33 dB.

La corrección k de transmisión por flancos debe ser tomada de la tabla C.1 de la norma EN-12354-2. Asumiendo que la masa superficial media de los elementos de flanco homogéneos es 200 kg/m², la corrección k será de 2 dB.

Ahora $L'_{n,w}$ entre dos recintos se puede calcular como:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + k = 71 - 33 + 2 = 40 \text{ dB}$$

Normalmente este es un requisito de diseño de las normativas nacionales de aplicaciones, si el nivel de presión sonora requiere el volumen, V, del recinto receptor ha de tenerse en cuenta. Para V = 50 m³.

$$L'_{n,T,w} = L'_{n,w} - 10 \lg (V/30) = 40 - 10 \lg (50/30) = 40 - 2,2 = 38 \text{ dB.}$$

Más aún, los productos que tengan un valor bajo de rigidez dinámica mejoran el comportamiento relativo al ruido aéreo en algunas construcciones como las paredes trasdosadas con placas de yeso laminado o ETICS. En la actualidad no hay un método disponible para calcular la reducción del ruido aéreo a partir de la rigidez dinámica en este campo.

2.4.3.13 Compresibilidad

La compresibilidad se usa para los productos EPS T (flexibilizados) aplicados en construcciones con carga como los suelos flotantes. Ya que hay diferentes niveles de cargas impuestas sobre el mortero de nivelación, los niveles de compresibilidad se dan en relación a esos niveles de carga. Para determinar la compresibilidad, c , han de medirse primero el espesor d_L y el espesor d_B .

$$c = d_L - d_B$$

Para construcciones con un nivel de carga impuesto de hasta 5 kPa = 500 kg/m² hay una gran experiencia sobre el comportamiento a largo plazo.

En estos casos la reducción del espesor a largo plazo es menor o igual a c si se cumplen los requisitos de la tabla 12 de EN 13163. Para niveles más altos de carga impuesta debe determinarse la reducción de espesor a largo plazo, X_i , de acuerdo con EN 1606.

Esta determinación según EN 1606 puede usarse también para otras aplicaciones con carga donde sea de interés la reducción del espesor a largo plazo.

2.4.3.14 Densidad aparente

La densidad aparente no es una característica del producto pero sí un parámetro importante para la evaluación de la calidad y para los métodos indirectos. Muchas de las propiedades de un producto de EPS dependen de la densidad, tales como de la conductividad térmica, la resistencia a la flexión, la deformación bajo carga, el tensión de compresión, la tracción, la fluencia a compresión, la absorción de agua, la resistencia a hielo-deshielo, la transmisión de vapor de agua, la rigidez dinámica, la compresibilidad, la resistencia al cizallamiento, y la resistencia a la carga dinámica. Las propiedades como resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, absorción de agua, resistencia a hielo-deshielo, transmisión de vapor de agua y resistencia a cortante dependen mucho de la fusión (soldadura) del material.

Una guía de cómo usar la densidad para los métodos indirectos se da en el apartado B.2 de la EN 13163.

2.4.3.15 Emisión de sustancias peligrosas

General

La Ponencia Guía H [32] se considera como el documento básico de referencia con respecto a la definición (y consiguientemente el alcance) y la aproximación de "sustancias peligrosas" dentro del marco de trabajo de la CPD.

La definición de 'sustancias peligrosas' derivada de la Guía y de la CPD es:

'Elementos químicos y sus compuestos en su estado natural u obtenidos mediante algún proceso de producción que se consideran peligrosos cuando sus sustancias puedan representar un peligro para las personas en el uso normal de los productos de construcción y en la aplicación que se pretende. Los requisitos en cuanto al comportamiento de los productos de construcción se enfoca a la emisión de sustancias peligrosas o radiación, en el aire, en agua (potable) o el suelo.'

Esta definición:

- está basada en la aproximación de emisión,
- está enfocada a la aplicación que se pretende de los productos de construcción,
- está restringida al uso normal de los productos de construcción (excluyendo por ejemplo el fuego y excluyendo otras fases del ciclo de vida de los productos de construcción como la extracción de minerales, el comportamiento durante el proceso de edificación, teniendo en consideración el desecho o reciclado de residuos),

Los reglamentos nacionales existentes relativos a salud y seguridad se expresan en forma de especificaciones que limitan la emisión de sustancias peligrosas dentro de los correspondientes tipos de ambientes, es decir, en interior, suelo y agua (potable). A menos que se consiga una armonización de la UE, las normas armonizadas de productos solo pueden tratar la autorización de uso de productos de construcción y la especificación de los correspondientes métodos de ensayo.

Con objeto de evitar que la emisión de 'sustancias peligrosas' se trate de forma heterogénea y por tanto costosa, se solicitó a la CE que proporcionase una guía conceptual a CEN de cómo tratar las sustancias peligrosas en normas armonizadas de productos. Esta guía debe basarse en los requisitos de la CPD y la correspondiente Guía H.

Se propone una aproximación horizontal relativa a la selección de sustancias peligrosas aplicables a productos de construcción según el formato adjunto. Obviamente los Estados Miembros continuarán estableciendo niveles o valores y una iniciativa de la CE acerca de este tema proporcionaría a los Estados Miembros una guía relativa que sería bienvenida.

Con respecto a la emisión de sustancias peligrosas de los productos de construcción en edificios, deben distinguirse diferentes tipos de ambientes: aire de interiores, suelo, agua superficial y /o subterránea, agua potable.

A menos que existan requisitos reguladores armonizados sobre emisiones permitidas, las normas armonizadas de productos solo pueden especificar reglas relativas a la autorización de aquellos productos que sean significativos para la protección de los tipos de ambiente involucrados.

Un requisito previo a las reglas relativas a la autorización de uso de productos de construcción son los métodos de ensayo (toma de muestras, procedimiento de ensayo, análisis químico, interpretación de resultados).

Debe solicitarse a CEN que desarrolle tales procedimientos para los escenarios más relevantes de emisión de sustancias (evaporación, radiación, filtración etc.).

Se necesitará una lista de las principales sustancias peligrosas emitidas por los productos de construcción a los diferentes tipos de ambientes a proteger cuando se apliquen en los trabajos. Tal lista no debería confundirse con una lista de componentes del contenido de los productos de construcción como se explica más adelante.

Se tienen en cuenta la base de datos existente DG ENT G5 [33], la lista antes mencionada de la Guía y la CPD (en particular en el Requisito Esencial nº 3). Es decir, solo las sustancias peligrosas principales a emitir por los productos de construcción a los ambientes de aire, agua y suelo (donde la radiación se considera como relacionada con el aire).

En relación a la aproximación sobre emisión de la CPD, debería probarse como necesario aceptar en casos excepcionales una llamada "aproximación de contenido". Sin embargo, tal situación solo puede aceptarse cuando esté científicamente probada la necesidad de medidas en relación con la reducción riesgos, y cuando, al mismo tiempo que la introducción de tales medidas, se desarrolle un método de ensayo. Sin embargo, en los diferentes reglamentos nacionales, existen prohibiciones o restricciones que se refieren al contenido en sustancias peligrosas en algunos productos de construcción. Esta 'área legislativa no relacionada con la CPD ' puede crear barreras al comercio. Este asunto sobre prohibición y restricción de contenidos debe tratarse a la vez que los procesos de armonización de la CPD sobre sustancias peligrosas.

Obviamente de hecho el marco de trabajo de la CPD se refiere a un área específica fuera del contexto de la salud humana y el ambiente. El conocimiento y experiencia obtenidos en este contexto será de ayuda a la resolución del tema "sustancias peligrosas" dentro del marco de trabajo de la CPD. Sin embargo, es necesario que el foco de atención siga siendo la implantación posterior de la CPD.

Específico para el EPS

Los productos de EPS no emiten ninguna de las sustancias referidas en la lista [33] de tal modo que no se vulneran las leyes y las guías europeas sobre medioambiente. Las concentraciones emitidas son de un orden tan bajo que quedan fuera del ámbito legislativo.

En los últimos años se ha apreciado una creciente preocupación por el medio ambiente, y una particular y creciente demanda por el desarrollo y la construcción sostenible. Para la Industria de la Construcción implica una necesidad de adquisición de información sobre el impacto medioambiental de los materiales de construcción y sus productos.

La forma de presentar esta información es a través del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) o Life Cycle Assessment (LCA). Este elemento investiga el proceso en la fabricación, el uso y la eliminación del producto a sistema - desde la cuna a la tumba.

Las cifras muestran los valores medios de los resultados de la caracterización y la normalización para el ciclo de vida de 1 kg de EPS. Estos son valores promedio para densidades entre 15 y 20 kg/m³. Una comparación correcta con otros materiales aislantes sólo es posible cuando se emplea la misma unidad funcional en los cálculos, por ejemplo 1 m² de aislante con las mismas propiedades térmicas.

Con este ACV tenemos una imagen completa del EPS y puede dar soporte a sus beneficios inherentes con detalle e información contrastada.

Los siguientes impactos medioambientales e indicadores fueron despreciados en el estudio: reducción potencial biológica, ecotoxicidad terrenal, ruido, víctimas, radiación calentamiento del agua. [46]

El estudio fue realizado por PriceWaterHouse-Coopers - Bowcentrum en Holanda en 1998 satisfaciendo los requisitos de la SETAC y la norma ISO-14040 [47].

Intron B.V. - el Instituto de Edificación para el aseguramiento de la Calidad, realizó la revisión crítica de expertos [48] de acuerdo a la norma ISO 14040 y concluyó que el ACV de EUMEPS se realizó de modo escrupuloso, transparente y muy bien documentado. Refleja el mejor ACV disponible sobre el EPS en 1999.

Tabla 10: Propiedades esenciales medioambientales

Efecto / aspecto medioambiental	Abreviatura	Resultado de caracterización	Unidad	Resultado de normalización	Unidad ^b
Impacto medioambiental					
Reducción abiótica	ADP	0,83	1	1,04E-11	a
Calentamiento global	GWP	5,98	kg	1,42E-12	a
Reducción de ozono	ODP	2,11E-06	kg	3,75E-14	a
Toxicidad humana	HCT	0,0357	kg	9,06E-13	a
Ecotoxicidad acuática	ECA	101	m ³	2,29E-13	a
Niebla	POCP	0,0207	kg	3,28E-12	a
Acidificación	AP	0,0278	kg	8,19E-13	a
Nutrificación	NP	0,00241	kg	2,81E-13	a
Uso terrestre	LU*t	0,00274	m ²		a
Indicador medioambiental					
Demanda de energía acumulativa (excluyendo energía de materia prima)	CED	48,9	MJ (l _h v) ^a	8,45E-13	a
Demanda de energía acumulativa (incluyendo energía de materia prima)	CED+	93,1	MJ (l _h v) ^a	1,61E-12	a
Desperdicio final no tóxico	W-NT	0,0453	kg	8,43E-14	a
Desperdicio final tóxico	W-T	0,0124	kg	3,09E-13	a

^al_hv = menor valor de calentamiento

^ba = año

Los transformadores europeos de EPS (EUMEPS) quieren que se conozca la verdad sobre sus productos. Quieren información fidedigna, disponible y lo más importante quieren clarificar los aspectos que rodean al EPS. Con este objetivo en mente, encargaron un informe que comprende la fabricación el uso, reciclado y eliminación del EPS. Este informe representa la información disponible y fiable que ha sido recogida de las asociaciones nacionales y los fabricantes que integran EUMEPS. Es un ACV del EPS comprensible.

2.5 Métodos de ensayo

Con objeto de crear una especificación estándar para productos, se requieren normas de ensayo. Han de aplicarse todas las normas de ensayo citadas en el apartado 4 incluso si pudiera haber disponibles métodos de ensayo alternativos. Las propiedades adicionales de las normas de ensayo citadas y descritas en el Anexo D de la EN 13163 deben usarse también.

2.5.1 Toma de muestras

Reglas generales sobre el muestreo se dan en la respectiva norma de ensayo y recomendaciones específicas de muestreo se pueden encontrar en la norma EN-13163.

2.5.2 Acondicionamiento

Las reglas generales de acondicionamiento se dan en la EN 13163 y pueden encontrarse consejos específicos de acondicionamiento en la adecuada norma de ensayo.

2.5.3 Ensayos

La información importante sobre ensayos se encuentra en la tabla 13 de la EN 13163 o la tabla 12 de la EN 14309. Los valores medidos que se usarán para las evaluaciones estadísticas serán los valores simples. No se permite usar valores medios o usar valores múltiples u omitir valores.

Para medir la resistencia térmica respecto a la conductividad térmica hay dos métodos de ensayo que se describen en la Tabla 11.

Tabla 11: Métodos de ensayo aplicables a conductividad térmica

Método de ensayo	Título	Guía, cuando se emplee
EN 12664	Comportamiento térmico de materiales y productos de construcción. Determinación de la resistencia térmica mediante los métodos de la placa caliente guardada y del medidor del flujo de calor. Productos secos y húmedos de media y baja resistencia térmica.	Para probetas con resistencia térmica R: $0,02 \text{ m}^2\text{/k} \leq R < 0,5 \text{ m}^2\text{/k}$
EN 12667	Comportamiento térmico de materiales y productos de construcción. Determinación de la resistencia térmica mediante los métodos de la placa caliente guardada y del medidor del flujo de calor. Productos de resistencia térmica alta y media.	Para probetas con resistencia térmica R: $R \geq 0,5 \text{ m}^2\text{/k}$
EN 12939	Comportamiento térmico de materiales y productos de construcción. Determinación de la resistencia térmica mediante los métodos de la placa caliente guardada y del medidor del flujo de calor. Productos de alto espesor y resistencia térmica alta y media.	Para productos con espesor entre 100 y 150 mm, según el aparato empleado, si la probeta no se puede medir en su espesor completo.

2.6 Código de Designación

En el código de designación deben aparecer al menos todas las propiedades del apartado 4.2 (EN 13163 y EN 14309) para los que se dan los niveles o clases.

Para EN 13163

- tolerancia en longitud,
- tolerancia en anchura,
- tolerancia en espesor,
- tolerancia en rectangularidad,
- tolerancia en planeidad,
- estabilidad dimensional bajo condiciones de laboratorio normales y constantes,

Para EN 14309

- tolerancia en espesor,
- tolerancia de la estabilidad dimensional bajo condiciones de laboratorio normales y constantes,

Todas las propiedades para las cuales se requiere un único valor límite como se recoge en las normas EN 13163 y EN 14309 no aparecen en el código de designación. El productor puede especificar esas propiedades en la etiqueta del producto o en sus folletos informativos.

Ya que las propiedades del apartado 4.3 (EN 13163 o EN 14309) son declaradas voluntariamente por el transformador, aplica el mismo procedimiento mencionado.

Ejemplos de códigos de designación se dan en las etiquetas que se pueden encontrar en 2.8.



2.7 Evaluación de conformidad

Los productos de EPS etiquetados con el marcado CE deben cumplir con EN 13163 o EN 14309. Es tarea del transformador el seguir los requisitos listados en el apartado 7 de la EN 13163 o EN 14309 y en EN 13172 para la evaluación de conformidad.

2.7.1 Sistemas de Certificación y tareas

El sistema de certificación es el término aplicado al grado de participación de las terceras partes en la evaluación de conformidad del producto de acuerdo a las correspondientes especificaciones técnicas (EN 13163 y 14309). Actualmente surge una importante barrera al comercio por los diferentes sistemas de certificación requeridos por los Estados Miembros para el mismo producto. De aquí que estos requisitos se "armonicen" también bajo esta Directiva. Para productos de aislamiento térmico el sistema de certificación ha sido decidido colectivamente por los Estados Miembros y la Comisión en base a las implicaciones de la producción en la seguridad y la salud y sobre la naturaleza en particular y procesos de producción del producto mismo.

Para productos de aislamiento térmico se usan tres sistemas de certificación como se muestra en la Tabla 13.

Las tareas del fabricante y del organismo de certificación se resumen en la Tabla 13. Obsérvese que para todos los sistemas, incluyendo el menos caro sistema 4, se requiere que el fabricante tenga un sistema de control en fábrica (FPC) totalmente documentado. Los criterios y procedimientos para esto se incluyen en las normas EN 13163, EN 14309 y EN 13172; ver también el Anexo ZA.2 de las normas de EPS.

Tabla 12: Tareas para los sistemas de certificación de conformidad que aplican al EPS.

Tareas	Sistemas de Evaluación de Conformidad			
	De acuerdo con Anexo A EN 13172	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
<i>Tareas para el fabricante</i>				
Control de producción en fábrica	✓	✓	✓	✓
Ensayo adicional de las muestras tomadas en fábrica de acuerdo a un plan de ensayo prescrito	✓	✓		
Ensayo inicial del tipo	✓			✓
<i>Tareas para el organismo notificado</i>				
Ensayo inicial del tipo	✓	✓	✓	
Certificación de FPC	✓	✓		
Supervisión de FPC	✓	✓		
Auditoría del ensayo de muestras	✓			

Para los productos de EPS en condiciones finales de uso ("en su aplicación") con clasificación en euroclases A1, A2, B o C el sistema de evaluación de conformidad que se aplica es el 1, en caso de que se sitúe en la lista CWFT (Classified Without Further Testing = Clasificado sin ensayos posteriores) entonces aplica el sistema 4.

Para los productos de EPS en condición final de uso con clasificación D o E, se aplica el sistema 3.

Para seleccionar el sistema de evaluación de conformidad correcto, véase tabla B.2, pie de página d de la norma EN-13163. Los productos en su condición final de uso con euroclases B, C o D pueden emplear un método indirecto de ensayo sólo si está involucrado un organismo notificado, verificando la correlación con los ensayos directos. Si el producto en su aplicación se sitúa en la lista CWFT no se requieren ensayos y aplica el sistema 4.

Los transformadores pueden elegir el nivel de evaluación de conformidad de las siguientes posibilidades:

- Un producto o grupo de productos en su aplicación se clasifica con euroclase E.

- Sistema 3, ensayo del "pequeño quemador" (EN-ISO-11925-2) una vez a la semana si se emplea materia prima certificada.
- Sistema 4, si se sitúa en la lista CWFT.

- Un producto o grupo de productos en una aplicación se clasifica con euroclase D, C o B:

- Sistema 3, con ensayo SBI (EN-13823) una vez al mes.
- Sistema 1 (sólo para reacción al fuego), con ensayo SBI una vez cada dos años y pequeño quemador una vez al día.
- Sistema 1 (sólo para reacción al fuego), con ensayo SBI una vez cada dos años y el pequeño quemador una vez a la semana si se emplea materia prima certificada.
- Sistema 1 (sólo para reacción al fuego) midiendo la densidad aparente y el espesor del producto de EPS una vez cada dos horas y midiendo el peso por unidad superficial de la capa exterior (en productos laminados) una vez al día.
- Sistema 4, si se sitúa en la lista CWFT.

¿Qué son los Organismos Notificados?

Los Estados Miembros tienen la capacidad de nombrar Organismos Notificados para la certificación, ensayo e inspección de productos de construcción. Los Estados sólo pueden notificar organismos dentro de su territorio. Los requisitos mínimos para que un Organismo sea Notificado se recogen en el ANEXO IV de la Directiva de Productos de la Construcción. Los Estados Miembros pueden añadir requisitos a los Organismos que notifica. Requisito adicional puede ser la acreditación.

2.7.2 Declaración de Conformidad del Fabricante

Una vez que un fabricante haya realizado las adecuadas tareas de certificación para su producto, se requiere que complete una "Declaración de conformidad" que se conserva con el archivo técnico correspondiente del producto. Este debe estar soportado por un certificado de conformidad del producto, el certificado FPC, los informes o certificados del laboratorio, y / o sus propios resultados de ensayo, dependiendo del sistema de certificación requerido. En el Anexo ZA2 de la EN 13163 y EN 14309 se incluye un modelo de declaración de conformidad del fabricante y del certificado de conformidad del producto (si aplica).

2.7.3 Certificación

Hay varias posibilidades de participación del organismo notificado:

1. Que el producto de EPS pertenezca a las Euroclases C o B (en base al conocimiento actual no es posible alcanzar la Euroclase A). La nota 1 del apartado 7 de la EN 13163 y EN 14309 indica que la nota al pie * de la tabla ZA.2.2 aplica a los productos de EPS.
2. El productor aplica un esquema de certificación voluntaria de acuerdo al Anexo A de la EN 13172...
 - para aprovechar la oportunidad del ensayo indirecta de reacción al fuego de acuerdo a la tabla B.2 de la EN 13163 o la tabla A.2 de la EN 14309, note d.
 - Para proporcionar un menor nivel de conductividad térmica de diseño, como por ejemplo en Francia o Alemania. Ver 7.3.
 - Para seguir un esquema Europeo (Keymark) o nacional.

Las funciones del organismo de certificación en el caso 1 se limitan a la reacción al fuego. En el caso 2 la certificación cubre todas las propiedades reclamadas por el fabricante y la vigilancia continua del control de producción de fábrica, cuyos detalles se dan en el Anexo A de la EN 13172.

2.8 Marcado y Etiquetado

La marca CE es un 'pasaporte' que habilita a comercializar legalmente un producto en el mercado de cualquier Estado Miembro. Sin embargo, esto no significa que el producto sea adecuado para todos los usos finales en los Estados Miembros. Ejemplos de marcados CE para EPS se dan en la Figura 18 a la Figura 20.

La forma en que debe gestionarse la marca CE para un producto de EPS se establece en el Anexo ZA.3 de la EN 13163 y EN 14309.

2.9 Anexo A

Todas las normas de materiales de aislamiento para edificación tienen un Anexo A para determinar la conductividad térmica con un cuantil del 90 % de la producción y un nivel de confianza del 90 % como se dice en la EN13163. Información más detallada se contempla más adelante [37].

2.10 Anexo B

2.11 Frecuencias de ensayo

Las frecuencias de ensayo para todas las propiedades descritas en la parte normativa de la norma se dan en la tabla B.1 y tabla B.2 de la EN 13163 o la tabla A.1 y A.2 de la EN 14309.

Observaciones a los pies de página de la tabla B.1 y tabla A.1

- b) La definición de una unidad de producción de EPS y una línea de producción de EPS se da en el Anexo, cláusula 2.2.1.
- c) En los casos en que las medidas vayan a ser evaluadas estadísticamente, una medida estará siempre en un resultado del ensayo. Ver también 2.5.3.
- d) Ensayo inicial de tipo (Initial type testing - ITT) significa una vez en la vida siempre que no cambien los parámetros importantes de producción.
- e) Tan pronto como los métodos de ensayo de sustancias peligrosas estén disponibles, se revisarán las normas.

La Tabla B.2 "Frecuencia mínima de ensayo de productos para las características de reacción al fuego" está siendo revisada. La nueva versión de esta tabla se encontrará como tabla A.2 en la EN 13409. El ensayo indirecto de las planchas de aislamiento y los componentes adyacentes (por ejemplo las caras) debe llevarse a cabo generalmente según los métodos de los fabricantes (que no se especifican). Para las Euroclases B-E un ensayo indirecto para planchas de aislamiento debe ser el ensayo de inflamabilidad (EN ISO 11925-2) una vez a la semana (en caso de emplear materia prima certificada).

2.12 Ensayos Indirectos

Las propiedades relacionadas con otra propiedad, por ejemplo la densidad, como es bien conocido, pueden ser ensayadas indirectamente a través de esa otra propiedad. Esta opción se utilizará si el método indirecto es más rápido o más barato.

2.13 Anexo C

El Anexo C de la norma contiene definiciones de tipos de productos de EPS. Para asegurar un cierto nivel de calidad, la tabla C.1 combina dos propiedades de las requeridas, la tensión de compresión y la resistencia a la flexión. La tensión de compresión depende de la densidad tal como se muestra en el Anexo B de la EN 13163 o el Anexo A de la EN 14309. La resistencia a la flexión depende de la soldadura del producto de EPS. Esta combinación de la tensión de compresión con una cierta calidad de la soldadura asegura una correcta correlación con otras propiedades.

Para aplicaciones que no soportan cargas no se requiere tensión de compresión y en estos casos puede usarse el EPS-S. El nivel de resistencia a la flexión de 50 kPa es un umbral que hay que cumplir en cualquier caso para asegurar adecuadas propiedades de manipulación.

Aunque el EPS-T se usa para aplicaciones que soportan cargas no se requiere tensión de compresión, sino un cierto nivel de compresibilidad. Esta compresibilidad refleja el comportamiento a largo plazo de este tipo de producto y el valor de la compresibilidad es aproximadamente el mismo que el comportamiento a compresión a largo plazo bajo un suelo flotante en condiciones prácticas.

2.14 Anexo D

2.14.1 General

El Anexo D de la EN 13163 y el Anexo C de la EN 14309 han sido diseñados para facilitar más información al usuario sobre el EPS que la que se da en la norma. El contenido de la parte normativa está restringido por el mandato dado por la CE a CEN.

2.14.2 Comportamiento a compresión a largo plazo

El comportamiento a compresión a largo plazo se describe en 2.4.3.8. El Anexo D.2 describe un simple procedimiento de cálculo para determinar las cargas de ensayo que pueden ser aplicadas sobre los productos de EPS para asegurar los valores de fluencia a 50 años para un máximo del 2%.

2.14.3 Comportamiento a la cizalladura

El comportamiento a la cizalladura puede ser útil cuando el EPS forma parte de un elemento complejo y cuando el EPS contribuye al comportamiento mecánico del elemento. La resistencia a la cizalladura del EPS depende de la calidad de la soldadura y de la densidad. Para productos bien soldados la correlación entre la resistencia a la cizalladura y la densidad se da en la Figura 16.

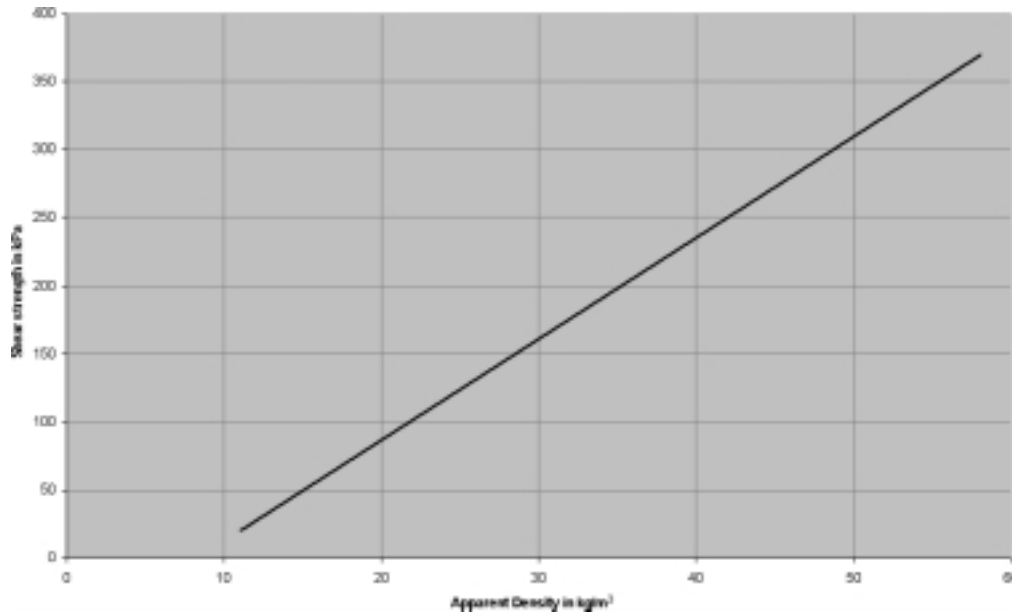


Figura 16: Correlación entre la resistencia a la cizalladura y la densidad

$$\tau = 7,43\rho_a - 62,8$$

Los diferentes valores de la resistencia a la cizalladura a diferentes temperaturas fueron medidos por Zehendner [23] y se dan en la Tabla 13.

Tabla 13: Resistencia a la cizalladura a diferentes temperaturas.

Material	Densidad	Resistencia al cizallamiento a diferentes temperaturas kPa	
		20°C	70°C
EPS estándar	14	550 - 1.000	280 - 410
	23	770 - 1.100	560 - 850
EPS-SE	14	820 - 1.300	350 - 380
	22	670 - 1.300	530 - 750
EPS, placa moldeada	40	1.300 - 1.500	1.000 - 1.100

Se recogen más ensayos en [49]. La relación entre la resistencia a la cizalladura y la resistencia a la flexión es:

$$\tau = 6,7 \text{ kPa} + 0,5 \cdot \sigma_b$$

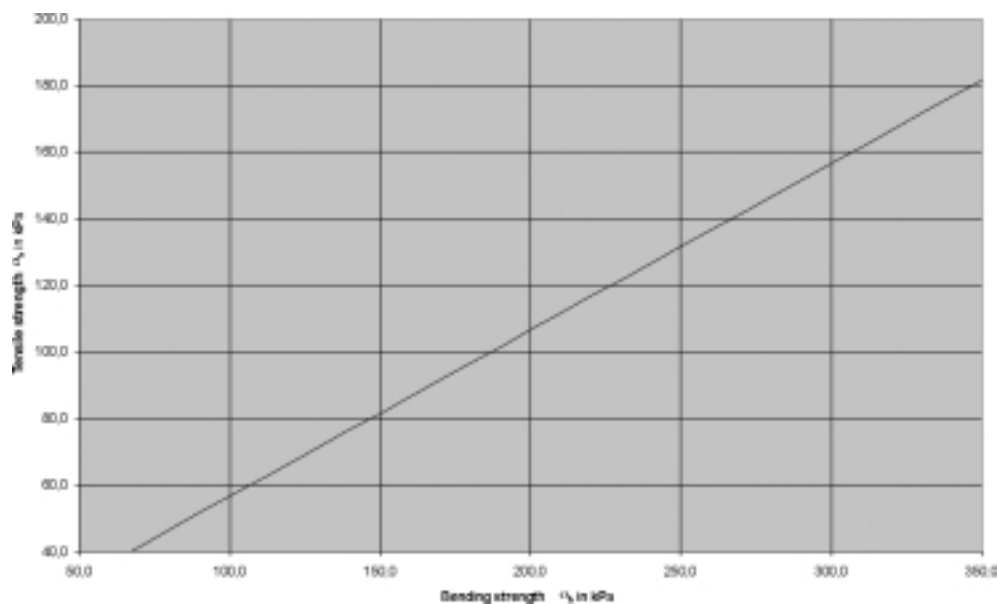


Figura 17: Correlación entre la resistencia a la cizalladura y la resistencia a la flexión.



2.14.4 Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua

El factor de resistencia a la difusión del vapor de agua se usa para calcular las condensaciones de vapor de agua dentro de una construcción. Para más detalles ver 2.4.3.11.

En la EN 12086 se pueden encontrar las siguientes definiciones:

Permeabilidad al vapor de agua, δ :

Producto de la permeancia y el espesor de la muestra ensayada. La permeabilidad al vapor de agua de un producto homogéneo es una propiedad del material. Es la cantidad de agua transmitida por unidad de tiempo a través de una unidad de área de producto por unidad de diferencia de presión de vapor entre sus caras para una unidad de espesor.

Factor de resistencia a la difusión de vapor de agua, μ :

Cociente de la permeabilidad al agua del aire y la permeabilidad al agua del material o el producto homogéneo implicado. Indica la magnitud relativa de la resistencia al vapor de agua del producto y la de una capa de espesor equivalente de aire estacionario a la misma temperatura.

El factor de resistencia a la difusión de vapor de agua μ se da normalmente a una temperatura de 20 °C y una presión barométrica de 1.011 hPa. La permeabilidad al vapor de agua, δ_{air} , del aire en esas condiciones es:

$$\delta_{air} = \frac{D}{R_D \cdot T} \left(\frac{T}{273K} \right)^{1,81}$$

$$D = 0,083 \text{ m}^2/\text{h}$$

$$R_D = 462 \cdot 10^{-6} \text{ Nm}/(\text{mgK})$$

$$\delta_{air} = \frac{0,083 \text{ m}^2/\text{h}}{462 \cdot 10^{-6} \text{ Nm}/(\text{mgK}) \cdot 283K} \left(\frac{283K}{273K} \right)^{1,81} = 0,635 \text{ mg}/(\text{Pa} \cdot \text{h} \cdot \text{m}) \cdot 0,965^{1,81} = 0,6 \text{ mg}/(\text{Pa} \cdot \text{h} \cdot \text{m})$$

$$\delta = \frac{\delta_{air}}{\mu} = \frac{0,6}{\mu}$$

Debido a este cálculo la tabla D.2 de la EN 13163 y l tabla C.2 d EN 14309 tienen que ser revisadas ligeramente como se indica en la Tabla 14.

Tabla 14: Valores tabulados de factores de resistencia a la difusión del agua y permeabilidad al vapor de agua.

Tipo	Factor de resistencia al vapor de agua μ 1	Permeabilidad al vapor de agua δ mg/(Pa-h-m)
EPS 30	20 a 40	0,018 a 0,036
EPS 50	20 a 40	0,018 a 0,036
EPS 60	20 a 40	0,018 a 0,036
EPS 70	20 a 40	0,018 a 0,036
EPS 80	20 a 40	0,018 a 0,036
EPS 90	30 a 70	0,010 a 0,024
EPS 100	30 a 70	0,010 a 0,024
EPS 120	30 a 70	0,010 a 0,024
EPS 150	30 a 70	0,010 a 0,024
EPS 200	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS 250	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS 300	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS 350	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS 400	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS 500	40 a 100	0,007 to 0,018
EPS T	20 a 40	0,018 a 0,036

2.14.5 Comportamiento bajo carga cíclica

Para comportamiento bajo carga cíclica ver 4.3.1.

2.14.6 Métodos de ensayo

Los métodos de ensayo citados en el Anexo informativo no aparecen en el apartado 2 Referencias a Normativa de la EN 13163 o EN 14309. Ello es porque se listan en la tabla D.3 del Anexo D.

2.14.7 Información adicional

La información adicional contiene consejos para la instalación y sobre el comportamiento químico. Para resistencia a productos químicos ver 6.7.

2.15 Anexo E (normativo)

En la siguiente revisión de la EN 13163 se prevé adoptar un Anexo E. Este Anexo contendrá las condiciones de ensayo para la reacción al fuego de los productos de EPS de acuerdo con las aplicaciones de uso final estandarizadas.

2.16 Anexo F (informativo)

En la siguiente revisión de la EN 13163 se prevé adoptar un Anexo F. Este Anexo contendrá las condiciones de ensayo para la reacción al fuego de una construcción final estandarizada en la que se empleen productos de EPS.

2.17 Anexo ZA

2.17.1 Objeto

El Anexo ZA, en el contexto de la Directiva de Productos de Construcción (CPD), es un Anexo informativo más que obligatorio que presenta la norma armonizada. Muestra qué elementos de esta norma son la base para el Mercado CE de un producto de EPS. El Anexo ZA es parte de la norma.

La conformidad con el Anexo ZA conduce al marcado CE, lo que significa que los productos pueden comercializarse libremente en la EEA. Aunque un producto puede necesitar ciertos niveles de comportamiento para poder utilizarse en ciertas condiciones finales de uso, un producto marcado CE no puede, en general, ser rechazado su acceso a cualquier mercado de la EEA. La marca CE evitará que el fabricante tenga que producir diferentes productos para mercados diferentes y elimina la necesidad de que el producto sea probado y/o certificado en el país de destino.

El Anexo ZA establece las condiciones para el mercado CE de los productos cubiertos por la EN 13163 identificando aquellos apartados de la norma que necesita cumplir la CPD (en el subapartado ZA.1) describiendo los sistemas de certificación de conformidad en ZA.2, e indicando la información que tiene que acompañar a la marca CE en Z.3.

El Anexo ZA identifica lo que tienen que hacer los fabricantes para poder comercializar sus productos en el mercado Europeo, tanto en su propio país como en otro país de la UE. Puede haber cierta flexibilidad en cuanto a qué características necesitan evaluarse dependiendo del uso que se pretende del producto y, en general, el Anexo ZA permitirá que los productos que tengan diferentes niveles de comportamiento sean marcados con CE. Pero el Anexo ZA, aunque informativo, es obligatorio en la EEA. Cuando el Anexo ZA, por referencia al organismo de la norma, requiera un "nivel umbral" de comportamiento (es decir, un nivel mínimo), un fabricante que produzca por debajo de este nivel no podría solicitar la conformidad con la norma y por tanto, no tendría acceso al mercado CE y no podría comercializar su producto en el mercado Europeo. Este nivel umbral se da en las normas EN 13163 y EN 14309 para el requisito mínimo de resistencia a flexión de 50 kPa. Además los productos de EPS con una conductividad térmica superior a 0,060 W/mK (ver objeto de la norma) no están cubiertos, el cual también puede verse como nivel umbral.

La consecuencia principal de la armonización según el Anexo ZA es que los productos sean capaces de moverse libremente a través de Europa. La conformidad con las normas Europeas será, sin embargo, obligatoria en muchos casos. Para el mercado, la marca CE proporcionará información técnica, permitiendo a los prescriptores e instaladores hacer su elección entre productos con distintos niveles de comportamiento.

2.17.2 Cláusulas Relevantes

La Comisión Europea (CE) ha dictado mandatos a CEN para desarrollar normas de productos armonizadas como por ejemplo las de productos de aislamiento térmico. El mandato para el EPS contiene todas las características listadas en la primera columna de la tabla ZA.1 de la EN 13163 o EN 14309. Estas características han sido combinadas con los requisitos de las normas como se describe en el apartado 4 de las normas para productos de EPS. En algunos casos hay más de un requisito para cubrir una característica de las mandadas. Todos los requisitos listados en la columna dos son armonizados.

El crear clases o niveles por mandato es responsabilidad de la CE y se dieron solo para la Reacción al fuego, ver la Tabla 5 de este documento. En los casos en que no hay dispuestos clases o niveles por mandato, se han introducido clases, valores o límites técnicos.

2.17.2.1 Reacción al fuego

Para la reacción al fuego hay indicadas Euroclases como se describe en la Tabla 5 de este documento. Para la durabilidad del comportamiento ver 2.17.2.11.

2.17.2.2 Permeabilidad al agua

La permeabilidad al agua es la influencia del comportamiento frente al agua en general. Esta es la razón por la que el apartado 4.3.9 incluyendo los subapartados de EN 13163 y EN 14309 se combinan con esta característica.

2.17.2.3 Emisión de sustancias peligrosas

Aunque este requisito es "mandatado" no es posible por ahora aportar más detalles. Probablemente la siguientes revisiones de la EN 13163 y la EN 14309 contengan requisitos para la emisión de sustancias peligrosas.

2.17.2.4 Índice de ruido aéreo

El producto con un cierto nivel de rigidez dinámica contribuirá al índice de ruido aéreo de la construcción.

2.17.2.5 Índice de absorción acústica

Los materiales con celdas cerradas como el EPS no tienen propiedades de absorción significativas.

2.17.2.6 Índice de transmisión de ruido al impacto

El índice de transmisión de ruido al impacto es una característica de comportamiento acústico importante en suelos flotantes.

2.17.2.7 Resistencia térmica

La resistencia térmica es la propiedad más importante de un producto de aislamiento. Se deriva de la conductividad térmica y el espesor que aparecen en la tabla ZA1.

2.17.2.8 Permeabilidad al vapor de agua

La permeabilidad al vapor de agua se necesita para determinar el comportamiento de la condensación. Para calcular los caudales de vapor de agua en la construcción, se usa el factor de resistencia al vapor μ .

2.17.2.9 Tensión de compresión

El comportamiento a compresión a largo plazo es descrito por la tensión de compresión al 10 % de deformación y la deformación bajo carga en condiciones específicas de compresión y temperatura. Para comportamiento al largo plazo ver 2.17.2.12.

2.17.2.10 Resistencia a la Tracción

La Resistencia a la Tracción es mandatada por motivos de manipulación. Ya que el esfuerzo de flexión es mucho más fácil de determinar y da la misma información sobre la manipulación, se usa la resistencia a la flexión en vez de la resistencia a la tracción. Para EPS en aplicaciones complejas la tracción perpendicular a las caras (paneles sandwich y paneles con placas de yeso laminado) puede ser relevante.

2.17.2.11 Durabilidad de la reacción al fuego frente al calor, la acción atmosférica, el envejecimiento y degradación

Se ha evaluado el comportamiento a largo plazo de productos de poliestireno expandido clasificados como 'B1' (difícilmente inflamable) y 'B2' (normalmente inflamable) según DIN 4102 [1] y [2]. Las planchas de espuma de poliestireno con retardantes de llama se utilizan desde los años 60. Desde finales de los 70, materiales clasificados B1 se exigen en Alemania. Se investigó si estos productos mantenían esta clasificación a largo plazo, y si el envejecimiento podría ser causa de cambio en su clasificación.

Para responder a esa cuestión, el mecanismo de combustión del poliestireno y la acción de los retardantes de llama han de tenerse en cuenta conjuntamente. Se tienen en cuenta los valores calculados de tiempo y temperatura (función del tipo de retardante de llama). Adicionalmente el comportamiento migratorio del retardante ha sido determinado experimentalmente. Varios laboratorios de EPS de fabricantes de materia prima de Europa occidental han aportado datos y resultados para conocer el comportamiento a largo plazo de las planchas de espuma de poliestireno.

Se concluye que bajo las condiciones dadas, las planchas de poliestireno utilizadas no sufren un envejecimiento del sistema de retardante de la llama más allá de la vida normal de un edificio de al menos 100 años. Por tanto no ocurre ningún cambio debido al envejecimiento de la clasificación 'B1' y 'B2' y de aquí que pueda asumirse lo mismo para las correspondientes Euroclases establecidas para los productos de EPS.

2.17.2.12 Durabilidad de la resistencia a la compresión frente al envejecimiento y degradación

La durabilidad de la resistencia a la compresión frente al envejecimiento viene dada por la fluencia a la compresión y la reducción de espesor a largo plazo para productos empleados en suelos flotantes. La evidencia del comportamiento a compresión a largo plazo se detalla en 2.4.3.8.

2.17.3 Sistema de certificación de conformidad

Los sistemas de Certificación de conformidad son decididos por la Comisión Europea. Más detalles se pueden encontrar en 2.7.1.

2.17.4 Marcado y etiquetado

Los productos han de ser etiquetados al menos como se indica en el Anexo ZA de la EN 13163 o EN14309, cláusula ZA.3. Pueden necesitarse indicaciones voluntarias como por ejemplo los reglamentos de aplicación nacionales, longitud, anchura, contenido del paquete, etc. Estas indicaciones voluntarias se separarán claramente de las que pertenecen al mercado CE.

Poliestireno Expandido EPS				
 Fecha de Producción	Tipo de Producto EPS S		Código de barras 	
	Espesor declarado 50 mm	Dimensiones 1000 mm x 500 mm		
	Bordes Lisos	Planchas 10 Uds.		Superficie 5,00 m²
	Conductividad térmica declarada 0,038 W/mK			
	UNE-EN-13163 (Nombre comercial) Reacción al fuego clase F $R_b = 1,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ Espesor declarado 50 mm		(Fabricante) (Dirección) (dos últimos dígitos del año)	
	EPS EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-DS(N)5-BS50			

Figura 18: Ejemplo de etiqueta de EPS S .

Como se muestra en las etiquetas contenidas en las Figuras, 18, 19a, 19b y 20 tienen dos partes, una obligatoria y otra voluntaria. El área legal debe contener todo lo que se menciona en la tabla ZA.3 de la norma EN-13163 o EN-14309. Estas indicaciones necesarias para el marcado CE deben encontrarse en la parte baja de la etiqueta donde la marca CE se sitúa en la parte izquierda de la etiqueta. Las indicaciones recogidas en la parte superior siguen los requisitos dados en el apartado 8 de las normas. Esta zona puede contener requisitos de la aplicación a nivel nacional o marcas de calidad voluntarias.

Poliestireno Expandido EPS 100				
 Fecha de Producción	Aplicación Cubiertas Inclinas		Código de barras 	
	Espesor nominal 100 mm	Dimensiones 1000 mm x 500 mm		
	Bordes Lisos	Planchas 5 Uds.		Superficie 2,50 m²
	Conductividad térmica declarada 0,038 W/mK			
	UNE-EN-13163 (Nombre comercial) Reacción al fuego clase E $R_b = 2,60 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ Espesor nominal 100 mm		(Fabricante) (Dirección) (dos últimos dígitos del año)	
	EPS EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-BS50-CS(10)100-DS(N)5-DLT(1)5			

Figura 19a: Ejemplo de una etiqueta de EPS 100.

Poliestireno Expandido EPS 200				
 Fecha de Producción	Aplicación Cubiertas Planas		Código de barras 	
	Espesor nominal 80 mm	Dimensiones 1000 mm x 500 mm		
	Bordes Lisos	Planchas 6 Uds.		Superficie 3,00 m²
	Conductividad térmica declarada 0,033 W/mK			
	UNE-EN-13163 (Nombre comercial) Reacción al fuego clase E $R_b = 2,40 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ Espesor nominal 100 mm		(Fabricante) (Dirección) (dos últimos dígitos del año)	
	EPS EN 13163-T1-L1-W1-S1-P3-BS250-CS(10)200-DS(N)5-DLT(2)5			

Figura 19b: Ejemplo de una etiqueta de EPS 200.



Poliestireno Expandido EPS T				
 Fecha de Producción	Aplicación Suelos flotantes		Código de barras 	
	Esesor nominal 30-3 mm	Dimensiones 1000 mm x 500 mm		
	Cargas 4,0 kPa	Planchas 16 Uds.		Superficie 8,00 m²
	Rigidez Dinámica 15 MN/m³	Compresibilidad 3 mm		
	Conductividad térmica declarada 0,043 W/mK			
	UNE-EN-13163 (Nombre comercial) Reacción al fuego clase F $R_0 = 0,65 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ Espesor nominal 30 mm		(Fabricante) (Dirección) (dos últimos dígitos del año)	
	EPS EN 13163-T4-L1-W1-S1-P3-DS(N)5-SD15-CP3			

Figura 20: Ejemplo de una etiqueta de EPS T

3 Explicación de la EN 14309

3.1 General

La norma EPS para equipamiento de edificios y aplicaciones industriales tiene una estructura similar a la EN 13163. Las propiedades que se describen en ambas normas se encuentran en el apartado 2. Las desviaciones de la EN 13163 se explican en los apartados siguientes.

3.2 Propiedades adicionales a las de la norma EN 13163

3.2.1 Linealidad de la sección de tubería

La linealidad de la sección de tubería se recoge en el punto 4.2.2.3 de la norma EN 14309.

3.2.2 Temperatura máxima de servicio

La temperatura máxima de servicio se recoge en el punto 4.3.2 de la norma EN 14309.

3.2.3 Temperatura mínima de servicio

La temperatura mínima de servicio se recoge en el punto 4.3.3 de la EN 14309.

4 Explicación de la Norma Europea de Aplicaciones de Ingeniería Civil (CEA)

4.1 General

La norma de EPS para aplicaciones de ingeniería civil (CEA) tiene el título:

Productos de aligeramiento y aislamiento para aplicaciones (CEA)
Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS) - Especificaciones

y tiene en principio una estructura similar a la de la EN 13163. Las propiedades que se describen en ambas normas se encuentran en el apartado 2. Las desviaciones de la EN 13163 se explican en los apartados siguientes.

4.2 Propiedades que no se adoptan de la EN 13163

Las siguientes propiedades no se necesitan para ingeniería civil y han sido omitidas :

- Tracción,
- Rigidez dinámica,
- Compresibilidad.

Además los tipos de EPS: EPS T, EPS S, EPS 30 y EPS 50 no son aplicables para aplicaciones de ingeniería civil y por tanto no se definen en la EN xxxxx.

4.3 Propiedades que son adicionales a las de la EN 13163

4.3.1 Resistencia a la carga cíclica

Aparte del método de ensayo EN 13793 referido en el norma EN 13163, en la norma específica de EPS para aplicaciones de ingeniería civil, otro método de ensayo, SP 2687, un ensayo de carga dinámica ha sido desarrollado para aplicaciones ferroviarias en los países nórdicos [29].

4.4 Propiedades que se cambian

4.4.1 Dimensiones

Las tolerancias de las dimensiones no siempre se necesitan en aplicaciones de ingeniería civil . Por ello se han introducido las clases cero en el apartado 4.2.1 a 4.2.4 de la EN xxxxx.

4.4.2 Tensión de compresión

En el apartado 4.2.6 de la EN xxxxx se han incluido las deformaciones de tensión de compresión

4.4.3 Conductividad térmica y resistencia térmica

Estas propiedades normalmente no se necesitan en aplicaciones de ingeniería civil y por tanto pueden encontrarse en el apartado 4.3 de la EN xxxxx.

4.4.4 Otros

El texto de la EN xxxxx se refiere a las aplicaciones específicas y se desvía de la EN 13163. La toma de muestras depende de los tamaños de relleno, ver apartado 5.1 de la EN xxxxx.

5 Explicación de la EN 13499

La EN 13499 trata de los sistemas compuestos de aislamiento por el exterior (ETICS) basados en el poliestireno expandido. Esta norma de producto especifica un kit de componentes y no es una norma de aplicación.

Los requisitos de una plancha de EPS se dan en la tabla 1 de la EN 13499. Dependiendo de los métodos de fijación de las planchas de EPS hay dos niveles diferentes de resistencia a la tracción perpendicular a las caras. Los códigos de designación de un producto en esta aplicación pueden ser como sigue.

EPS EN 13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(N)2-BS50-TR100 ó

EPS EN 13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(N)2-BS50-TR150

Los requisitos nacionales adicionales han sido tomados en cuenta.

6 Propiedades Adicionales

Las propiedades que no se mencionan en las normas EN 13163, EN 14309 y EN CEA se describen aquí.

6.1 Correlación entre resistencia de flexión y de tracción

La siguiente correlación entre resistencia a la flexión y resistencia a la tracción se midió en el FIW.

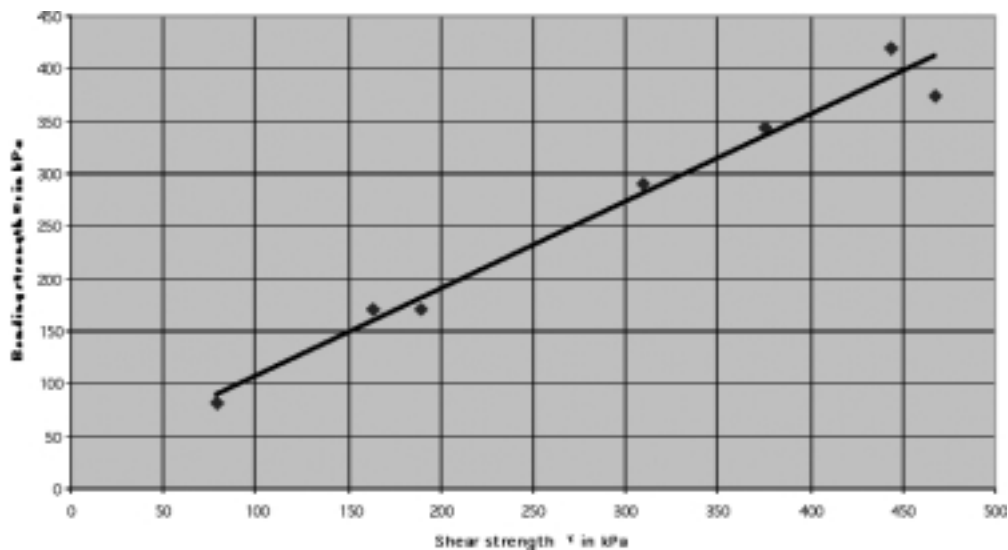


Figura 21: Correlación entre resistencia de flexión y tracción.

La correlación media es:

$$\sigma_B = 0,83 \tau + 23,6 \text{ kPa}$$

6.2 Contenido de humedad

El contenido de humedad debe ser determinado de acuerdo con la EN 12570 [16]. En los casos en que el EPS se instala entre capas de otros materiales, puede ser útil la EN ISO 12571 [17].

6.3 Dilatación térmica

La dilatación térmica se usa para calcular el cambio reversible de las dimensiones frente a la temperatura.

$$X_{th} = X(1 + \alpha_{th} \cdot \Delta T)$$

Donde α_{th} es el coeficiente específico del material de dilatación térmica. El coeficiente de dilatación térmica fue medido por Zehendner [23] y se indica en la Tabla 15.

Tabla 15: Coeficientes de dilatación térmica del EPS.

Material	Densidad [kg/m ³]	Dirección respecto al borde	Coeficiente [K ⁻¹]
EPS Estándar	14	Paralelo	9,3·10 ⁻⁵
		Perpendicular	8,0·10 ⁻⁵
	23	Paralelo	6,7·10 ⁻⁵
		Perpendicular	6,7·10 ⁻⁵
EPS - SE	13	Paralelo	9,5·10 ⁻⁵
		Perpendicular	9,8·10 ⁻⁵
	20	Paralelo	7,2·10 ⁻⁵
		Perpendicular	7,8·10 ⁻⁵
EPS	42	Paralelo	6,4·10 ⁻⁵
Placa moldeada		Perpendicular	6,7·10 ⁻⁵

6.4 Coeficiente de dilatación hídrica

Los productos de EPS no tienen una dilatación hídrica esencial. En los casos en que esta propiedad (por ejemplo en recubrimientos y enlucidos) se necesite, debe ser determinada de acuerdo con EN 13009 [15].

6.5 Calor específico

Los valores tabulados del calor específico de la mayoría de los productos de la edificación se encuentran en la EN 12524 [18]. El calor específico, c_p , del poliestireno es 1.300 J/(kg·K). Se calcula por la energía, Q , que toma o da el poliestireno en un cambio de temperatura, ΔT :

$$Q = m \cdot \Delta T \cdot c_p \text{ [J]}$$

donde m es la masa de poliestireno.

6.6 Resistencia química

Debido a que la estructura de celda del poliestireno expandido da al material una mayor superficie, aparecen daños más rápidamente y en mayor extensión que en el caso de poliestireno de densidad primitiva (materia prima). De acuerdo a esto, los materiales expandidos de baja densidad son atacados más rápidamente y en mayor extensión que aquellos con densidad más alta.

En la práctica (por ejemplo en los sectores de construcción y embalajes) es muy importante conocer cómo los productos a base de poliestireno expandido reaccionan a las sustancias químicas con objeto de evitar fallos en su aplicación.

El ensayo de resistencia se basa en la [43] DIN 53428 "Ensayo de materiales expandidos; Determinación de la reacción a líquidos, vapores, gases y materiales sólidos". En esta norma DIN, 5 se sumergen cubos de espuma sin piel de

expansión cortados en todas sus caras 5 cm de lado durante un tiempo definido y se determinan los cambios que ocurren en las muestras, por ejemplo en masa y dimensiones. El tiempo de exposición depende del medio de ensayo: para líquidos es 72 horas para gases 24 horas y para gases licuados, al menos 3 horas.

Para gases licuados la temperatura de inmersión es el punto de ebullición del medio de ensayo en cuestión, o justo por debajo; en otros medios, la inmersión tiene lugar a temperatura ambiente.

Para la evaluación visual del daño, la DIN 53428 sugiere una escala de criterios del 0 (sin cambios) al 5 (severamente dañado). Para proporcionar una visión simplificada, la tabla al dorso contiene los siguientes criterios de evaluación:

+	= sin cambios (≥ 0)	= resistente
+-	= cambio ligero (≥ 2)	= resistencia limitada (pequeño cambio en las dimensiones)
-	= severamente dañado (≥ 5)	= no resistente

Si la espuma de poliestireno expandido va a estar en contacto con sustancias de composición desconocida que pudiera contener disolventes dañinos (por ejemplo pinturas o adhesivos) debe asegurarse antes que la espuma no sea atacada llevando a cabo un ensayo bajo condiciones reales. El ensayo puede acortarse considerablemente si se realiza a una temperatura por encima de 20 °C (por ejemplo 50 °C). Para obtener una evidencia más clara de la resistencia de la espuma, la severidad de las condiciones de ensayo puede aumentarse ensayando una espuma cuya densidad sea mucho menor que la que se pretende para la aplicación real.

La tabla 16 muestra la resistencia del EPS a las sustancias químicas más importantes.

Tabla 16: Comportamiento químico del EPS.

Agua:		Gases:		Alcoholes:	
Agua de mar	+	a) inorganico		Metanol	+-
Agua	+	Amonio	-	Etanol	+-
		Bromina	-	Etilenglicol	+
Alcalis:		Clorina	-	Dietilenglicol	+
Agua de amonio	+	Dioxido de sulfuro	-	Isopropanol	+
Tintes (hipoclorito, peroxido de hidrogeno)	+			Butanol	+-
Solucion de hidroxido de potasio	+	b) organicos		Ciclohexanol	+
Agua de limo	+	Butadieno	-	Glicerina	+
Solucion de sosa caustica	+	Butano	-	Coconut oil alcohol	+
Soluciones de jabon	+	Buteno	-		
		Gas Natural	+	Aminas:	
		Etano	+	Anilina	-
Acidos diluidos:		Eteno (etileno)	+	Dietilamina	-
Acido formico, 50%	+	Etino (acetileno)	+	Etilamina	+
Acido acetico, 50%	+	Metano	+	Trietilamina	-
Acido fluorhidrico, 4%	+	Propano	+		
Acido fluorhidrico 40 %	+	Propeno (propileno)	+	Miscellaneous sustancias organicas:	
Acido fosforico, 7 %	+	Oxido de propeno (propilen)	-	Acetona	-
Acido fosforico, 50%	+			Acetonitrilo	-
Acido nitrico, 13 %	+	Gases licuados:		Acrilonitrilo	-
Acido nitrico, 50%	+	a) inorganicos		Dimetilformamida	-
Acido clorhidrico, 7%	+	Amonio	+	Esteres	-
Acido clorhidrico, 18 %	+	Gases inertes	+	Eteres	-
Acido sulfurico, 10%	+	Oxigeno (riesgo de explosion)	+	Hidrocarbomos halogenados	-
Acido sulfurico, 50%	+	Dioxido de sulfuro	-	Ketones	-
		Nitrogeno	+	Disolventes de pinturas	-
		Hidrogeno	+	Aceite de oliva	+
Acidos concentrados:				Tetrahydrofurano	-
Acido formico, 99 %	+	b) organicos			
Acido acetico, 96 %	-	Metano	+	Materiales de construccion inorganicos:	
Acido propano, 99%	-	Etano	+	Anhidrita	+
Acido nitrico, 65 %	+	Eteno	-	Yeso	+
Acido clorhidrico, 36 %	+	Oxido de eteno	-	Limos	+
Acido sulfurico, 98 %	+	Etino (acetileno)	-	Arena	+
		Propano	-	Cemento	+
		Propeno	-		
Acidos de fumigacion:		Oxido de propeno	-	Materiales de construccion organicos:	
Acido nitrico	-	Butano	-	Bitumen	+
Acido sulfurico	-	Buteno	-	Reductores de curado rapido a base de agua y masa bituminosa	+
		Butadieno	-	Reductores de curado rapido a base de disolventes y masa bituminosa (libres de aromaticos)	-
		Gas Natural	+		
Anhidridos:				Aromaticos:	
Anhidrido acetico	-			Benceno	-
Dioxido de carbono solido	+	Hidrocarbomos alifaticos:		Cumeno	-
Trioxido de sulfuro	-	Ciclohexano	-	Etilbenzeno	-
		Fuel (diesel)	-	Fenol, 1 % solucion acuosa	+
		Heptano	-	Fenol, 33% solucion acuosa.	-
Acidos debiles:		Hexano	-	Estireno	-
Acido humico	+	Aceite de parafina	+-	Tolueno	-
Acido carbonico	+	White spirit 55-95 °C	-	Xyleno	-
Acido lactico	+	White spirit 155-185 °C	-		
Acido tartarico	+	Vaselina	+	Vapores de :	
Acido citrico	+	Gasolina (normal y super)	-	Alcanfor	-
				Naftalina	-

Pueden usarse materias primas específicas de poliestireno que tengan una resistencia aumentada a hidrocarburos libres de aromáticos por comparación con otros grados de poliestireno expandido. La idoneidad de este producto para una aplicación en particular debe comprobarse en cada caso.

La información contenida en esta publicación se basa en el conocimiento y experiencia actuales. En vista de que hay muchos factores que pueden afectar al proceso y la aplicación, estos datos no liberan a los transformadores de la responsabilidad de llevar a cabo sus propios ensayos y experimentos; ni implican ninguna garantía legal sobre ciertas propiedades o la idoneidad para un propósito específico.

6.7 Permeabilidad al aire

La permeabilidad al aire del EPS de uso normal no se necesita. Si en casos especiales se requiere esta propiedad puede medirse de acuerdo con EN 12114 .

6.8 Propiedades eléctricas

Las características eléctricas son similares a las del aire. La constante dieléctrica del EPS tiene un valor de 1 en un rango de frecuencias entre 100 Hz y 1 GHz a la temperatura de 25°C. La resistencia de superficie es de 1011 a 1013 Ohm a humedad relativa del 50%.

7 Aplicaciones y cálculo

7.1 Normas Internacionales de aplicación

EN 14114	Aislamiento térmico de equipamientos de edificación e instalaciones industriales - Cálculo de la difusión del vapor de agua - Sistemas de aislamiento de tubería fría
ISO/CD 12575-1	Aplicaciones de edificación - Sistema de aislamiento de cimientos - Materiales - Especificaciones
ISO DTR 9774	Propiedades de aislamiento térmico para edificios de acuerdo a su aplicación - Guía para la armonización de normas o especificaciones internacionales
prEN 13499	Productos de aislamiento térmico para edificios - Sistemas compuestos de aislamiento térmico por el exterior (ETICS) basados en poliestireno expandido - Especificaciones

UEATC Reglas

7.2 Normas de Cálculo Europeas

EN 832	Comportamiento térmico de edificios - Cálculo del uso de energía para calefacción - Edificios residenciales
EN 1190	Comportamiento térmico de edificios -Intercambio de calor con el suelo - Métodos de cálculo
EN 13947	Comportamiento térmico de muros cortina - Cálculo de la transmitancia térmica - Método simplificado
EN 27345	Aislamiento térmico - Cantidades físicas y definiciones
EN 29251	Aislamiento térmico - Condiciones de transferencia de calor y propiedades de materiales - Vocabulario
EN 29288	Aislamiento térmico - Transferencia de calor por radiación - Cantidades físicas y definiciones
EN 29346	Aislamiento térmico - Transferencia de masa - Cantidades físicas y definiciones
EN 30211	Componentes y elementos de edificación - Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de Cálculo

EN 32573	Puentes térmicos en construcción de edificios - Flujos de calor y temperatura de superficies - Métodos de cálculo generales
EN 33786	Comportamiento térmico de elementos de edificación - Características de inercia térmica - Métodos de cálculo
EN 33789	Comportamiento térmico de edificios - Pérdida de calor específico - Métodos de cálculo
EN ISO 10211-1	Puentes térmicos en construcción de edificios - Flujos de calor y temperatura de superficies - Métodos de cálculo generales
EN ISO 10211-2	Puentes térmicos en construcción de edificios - Cálculo de flujos de calor y temperatura de superficies - Puentes térmicos lineales
EN ISO 13370	Comportamiento térmico de edificios - Transferencia de calor por el suelo - Métodos de cálculo
EN ISO 13786	Comportamiento térmico de componentes de edificación - Características térmicas dinámicas - Métodos de cálculo
EN ISO 13788	Comportamiento higrotérmico de componentes y elementos de edificación - Temperatura interna de servicio para evitar humedad superficial crítica y condensación intersticial - Métodos de cálculo
EN ISO 13790	Comportamiento térmico de edificios - Cálculo del uso de energía para calefacción de espacios
EN ISO 13791	Comportamiento térmico de edificios - Temperaturas internas en verano de una habitación sin ventilación mecánica - Criterios generales y procedimientos de cálculo
EN ISO 13792	Comportamiento térmico de edificios - Temperaturas internas en verano de una habitación sin ventilación mecánica - Criterios generales para métodos simplificados de cálculo
EN ISO 14683	Puentes térmicos en construcciones de edificios- Transmitancia térmica lineal t- Método simplificado y valores por defecto
EN ISO 15927-1	Comportamiento higrotérmico de edificios - Cálculo y presentación de datos climáticos - Datos para acceder a la demanda de energía anual para sistemas de calefacción y enfriamiento
EN ISO 15927-4	Comportamiento higrotérmico de edificios - Cálculo y presentación de datos climáticos - Datos para acceder a la demanda de energía anual para sistemas de calefacción y enfriamiento
EN ISO 15927-5	Comportamiento higrotérmico de edificios - Cálculo y presentación de datos climáticos - Diseño externo de invierno Temperaturas del aire y datos de viento asociados
EN ISO 6946	Componentes y elementos de edificación- Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de Cálculo
EN ISO 8497	Aislamiento térmico - Determinación de las propiedades de transmisión en calma del aislamiento térmico para tuberías circulares
EN ISO 9251	Aislamiento térmico - Condiciones y propiedades de transferencia de calor - Vocabulario
EN ISO 9288	Aislamiento térmico - Transferencia de calor por radiación- Cantidades físicas y definiciones
EN ISO 9346	Aislamiento térmico - Transferencia de masa- Cantidades físicas y definiciones
ISO 13789	Comportamiento térmico de edificios- coeficiente de pérdidas por transmisión de calor - Método de Cálculo

7.3 Reglas de Aplicación Nacional

Austria

ÖN B 3806 Anforderungen an Baustoffe im Bauwesen in brandschutztechnischer Hinsicht

Alemania

DIN V 4108-4 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte

DIN V 4108-10 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe - Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe

Para CE Merkblatt für die Verwendung von EPS-Hartschaumstoffen beim Bau von Straßendämmen - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

Francia

DTU 26.2/52.1 Traveau de bâtiment - Mise en oeuvre des sous couche isolantes sous chape ou dalle flottantes et sous carrelage (Building works - Placing of insulating underlayers underneath floating flow screeds or floors and underneath tile flooring)

Finlandia

Para los productos de aislamiento frente a heladas y suelo, se exigen niveles de absorción de agua por inmersión. Para muros y cubiertas se requieren niveles de transmisión de vapor de agua. Los certificados los emite VTT.

Países Bajos

Los Reglamentos sobre Edificios (Bouwbesluit) fueron renovados totalmente en el 2001. Los requisitos de comportamiento se basan en función del uso del elemento constructivo correspondiente. Se da una 'regla de edificación tabulada' para cada aspecto.

Para el comportamiento energético global de los edificios se define un valor "epc" (coeficiente de comportamiento energético) con unos requisitos mínimos para el valor de "k" de aislamiento en suelos, paredes y techos.

El valor "epc" depende del aislamiento, la ventilación y la instalación, la situación de los componentes con respecto al sol, etc.

Los productores están suministrando al mercado planchas de EPS para aplicarlas en muros sobre bloque de hormigón o fábrica de ladrillo o para aislamientos en paneles de cubiertas planas e inclinadas.

Todas las aplicaciones y materiales se ponen en el mercado con una marca de calidad voluntaria, certificada por KOMO y aceptada por las autoridades locales.

Los requisitos de reducción de consumo energético se recogen en los "Requisitos de los Edificios 2003", en términos de un factor de comportamiento energético (e.p.c.) para el edificio en su globalidad. Valores de ese umbral son dados para componentes individuales, separado del clima exterior ($k < 0,4$). Requisitos adicionales son dados para reducir la permeabilidad al aire del edificio. Los requisitos en reacción al fuego se presentan en forma de requisitos prestacionales en los elementos constructivos en condiciones finales de uso. En estos momentos considerado en las normas europeas.

Suecia

En Suecia están:

BBR BUILDING RULES, BYGGREGLER 1999 y
KONSTRUKTION RULES BKR 1999

Estas reglas están ligadas a Guías y 10 manuales.

Ahorro de energía y requisitos de aislamiento se recogen en dos guías. Están ligadas a la norma ISO-SSEN 6946, pero será revisada y publicada en el 2003.



El valor U ha de ser calculado para el edificio completo. El valor U no excederá el valor:

$$U_{m, \text{krav}} = 0,18 + 0,95 \cdot A_f / A_{om}$$

donde A_f es el área total de acristalamiento y puertas y A_{om} es el área total perimétrica que tiene temperatura normal de habitación. $U_{m, \text{krav}}$ es la media superior aceptada del valor U.

El valor medio U_m para el edificio se calcula:

$$U_m = (\sum (U_i \cdot A_i)) / A_{om}$$

Para estos cálculos de U la aplicación EPSU ha sido desarrollada por la Federación de Plásticos Sueca. El programa es gratuito para diseñadores.

España

España no tiene reglas adicionales en las aplicaciones del EPS. Ver el punto 8.2.17.

7.4 Tipos Europeos de EPS

7.4.1 Tipos de EPS

El carácter de la norma europea de productos de EPS EN 13163 difiere de las normas "locales" existentes. Las normas de producto de aislamiento térmico son ahora de una lista de requisitos sobre las propiedades que deben ser declaradas por el fabricante. Estos requisitos se dan en niveles o clases para cumplir con todas las partes implicadas, las especificaciones ofrecidas por el fabricante por un lado y el cliente o legislador por otro. Existen dos series de requisitos: para todas las aplicaciones y para aplicaciones específicas.

Las normas Europeas de producto van acompañadas de una serie de métodos de ensayo a los que deben referirse los productos en su "Evaluación de Conformidad" que se ha establecido para obtener el marcado CE (EN 13172).

En general los requisitos se establecen para los productos en su uso o aplicación y no para los materiales tal como se ponen en el mercado.

La norma de producto de EPS (EN 13163) es una de las llamadas "normas abiertas". Da al productor la posibilidad de definir sus propias especificaciones de producto y declararlas en el mercado. Esta libertad le permite ofrecer productos con un consumo mínimo de materia prima, un uso especificado de material reciclado y unos métodos de producción específicos. No hay referencias a la densidad: la densidad es una propiedad del producto que es usada solamente para garantizar la calidad interna o como ensayo indirecto en relación con otro requisito específico.

Los productores de EPS que ofrezcan y produzcan productos secundarios en el mercado desarrollarán sus propios tipos específicos de productos. Poner el EPS en el mercado para aplicaciones generales o específicas es posible por la gran variedad de especificaciones. EUMEPS ha acordado un conjunto de tipos de productos estándar con objeto de proporcionar transparencia a los clientes y para permitir la competencia "leal" entre productores de EPS. De ahí que haya EPS puesto en el mercado sin una aplicación específica o para uso interno en productos secundarios como paneles sándwich.

Tabla 17: Tipos de producto EUMEPS sin aplicación específica.

Tipo de EPS	Tensión de Compresión al 10% de deformación	Resistencia a la flexión	Conductividad térmica	Estabilidad dimensional	Tolerancias dimensionales
EPS 60	60	100	≤ 0,038	≤ 0.5	L2,W2,T2,S1,P2
EPS 100	100	150	≤ 0,036	≤ 0.5	L2,W2,T2,S2,P2
EPS 150	150	200	≤ 0,035	≤ 0.5	L2,W2,T2,S2,P2
EPS 200	200	250	≤ 0,034	≤ 0.5	L2,W2,T2,S2,P2
EPS 250	250	300	≤ 0,034	≤ 0.5	L2,W2,T2,S2,P2
	CS(10), [kPa]	BS, [kPa]	Lambda,[W/mK]	DS(N), %	Table 1,classes

Todos los tipos de EPS están disponibles con o sin retardante de llama. Los productos con retardante de llama alcanzarán una euroclase E o más favorable y se identificarán con una raya roja adicional. Por razones históricas, en la documentación se mantendrán las clasificaciones nacionales de los Estados Miembros, la clase de reacción al fuego también será identificada de las siguientes maneras:

A o FRA en Reino Unido	S en Finlandia
A1 en Bélgica	SE en Países Bajos y Alemania
B1 en Alemania	M1 en Francia y España
F en Suecia	

Para los Eurotipos de EPS ha sido decidido por EUMEPS el siguiente código de colores.

Tabla 18: Código de colores para Eurotipos de EPS.

Eurotipos EPS	Código de color para productos sin retardante de llama	Código de color para productos con retardante de llama
EPS 30	Marrón	Marrón + Rojo
EPS 50	Azul	Azul + Rojo
EPS 60	Azul + Azul	Azul + Azul + Rojo
EPS 70	Marrón + Marrón	Marrón + Marrón * Rojo
EPS 80	Naranja	
EPS 90	Naranja + Naranja	
EPS 100	Negro	
EPS 120	Verde + Verde	
EPS 150	Amarillo	
EPS 200	Negro + Negro	
EPS 250		
EPS 300	Violeta + Violeta	
EPS 350	Gris	
EPS 400	Gris + Gris	
EPS 500	Negro + Verde	
EPS T	Verde + Verde	

Los colores se aplican en un lado de la plancha al menos.

7.4.2 Aplicaciones

En este documento se da una visión general de las posibles combinaciones producto/ aplicación para que los clientes (autoridades, contratistas, suministradores, arquitectos y propietarios) hagan una elección más fácil.

La visión general se da en forma de una matriz simple, mientras que las aplicaciones se toman de la ISO TR 9774. Esto cubre probablemente el 95 % de todas las aplicaciones conocidas de EPS en aislamientos en edificación.

Tabla 19: resumen de ejemplos de aplicaciones y tipos de productos de EPS.

Aplicación /Tipo de EPS	EPS -S	EPS 60/100	EPS 100/150	EPS 150/200	EPS 200/250	EPS 250/300	EPS - T
SÓTANOS							
Aislamiento interior	=	•	-	-	-	-	-
Aislamiento exterior protegido	=	=	•	-	-	-	-
Aislamiento perimetral	=	=	=	=	• [†])	-	-
SOLERAS							
Aislamiento sobre terreno	=	•	•	•	•	-	-
Sobre forjado	=	•	•	-	-	-	-
Sobre solera	=	• ¹⁾)	•	-	-	-	-
Elemento de renovación	=	• ¹⁾)	•	-	-	-	-
SUELOS							
Techos	=	•	-	-	-	-	-
Suelos flotantes	=	•	•	-	-	-	•
FACHADAS							
Trasdosado	•	-	-	-	-	-	•
Doble hoja	•	• [†])	•	-	-	-	-
Paneles Sandwich	=	•	-	-	-	-	-
Aislamiento exterior	•	•	-	-	-	-	-
Aislamiento exterior bajo revoco	=	• [†])	•	-	-	-	-
CUBIERTAS INCLINADAS							
Aislamiento interior	=	•	-	-	-	-	-
Paneles Sandwich	=	•	-	-	-	-	-
Aislamiento exterior	=	•	• ²⁾)	• ²⁾)	-	-	-
CUBIERTAS PLANAS							
Cubiertas calientes	=	• ¹⁾)	•	•	•	-	-
Cubiertas frías o ventiladas	=	•	-	-	-	-	-
Cubierta invertida	=	=	=	•	•	•	-
APLICACIONES DE INGENIERIA CIVIL							
General Forjados	•	•	•	•	•	•	-

LEYENDA:

- normalmente usado en los estados miembros EUMEPS
- = no es posible a partir de los requisitos funcionales
- no es necesario / aplicado normalmente a menos que se necesiten explícitamente las propiedades
- ¹⁾ cuando se aplican bajo carga uniformemente repartida
- ²⁾ cuando soportan carga directamente

Dependiendo de los reglamentos de edificación "locales" las propiedades requeridas pueden ser más severas (indicadas con: [†]) que las dadas en EN 13163.

8 Marcas voluntarias de calidad

8.1 Marcas Europeas

KEYMARK

La marca de calidad Europea KEYMARK puede ser usada en todos los productos para los que existan normas o aprobaciones Europeas y se haya suministrado un "esquema". Se han creado satisfactoriamente reglas completas para productos de aislamiento térmico- uno de los primeros productos de construcción que tiene un esquema de marca KEYMARK. En Europa, la KEYMARK ofrece al material de aislamiento térmico un sistema de inspección, vigilancia y certificación común. La KEYMARK solo se usará en conexión con la marca de calidad nacional.

Solo se admite que concedan la KEYMARK aquellos organismos que se hayan acreditado como un organismo Europeo para normas de material de aislamiento.

Para conseguir la KEYMARK el fabricante necesita una certificación completa de su producto. Esto significa que tiene que funcionar un control de producción de fábrica así como un seguimiento continuo del producto por una tercera parte.

Las reglas de la KEYMARK para materiales de aislamiento térmico aseguran que los fabricantes en Europa están todos sujetos a los mismos criterios y procedimientos. Esto evita la competencia desleal por los diferentes caros sistemas de calidad que se apliquen a los distintos sistemas de seguimiento. La KEYMARK es probable que resulte atractiva a compañías que operen internacionalmente. La KEYMARK solo se adjudicará en conjunción con una marca nacional de calidad, que aumentará su transparencia y fortalecerá su reputación internacional. De esta forma, el fabricante tiene la oportunidad de etiquetar sus productos, que se distribuyen en los diferentes países, de la misma forma.

La certificación completa del producto creará una alta confianza en el cliente. El fabricante puede demostrar que los productos cumplen con las especificaciones Europeas. En relación con la nueva ley de garantía que invierte la carga de la ensayo en los primeros seis meses, esta ofrece más seguridad para el fabricante ya que puede probar que su producto cumple con sus pretensiones y que ha sido controlado por un organismo independiente.

Algunos países Europeos han dado ciertas ventajas a aquellos productos de aislamiento térmico sujetos a un control por tercera parte mediante la no mayoración del valor de diseño de la conductividad térmica o garantías adicionales para el aseguramiento del producto. Es ya conocido en Francia (15%) y en Alemania (20%) que estos países implantarán una exigencia suplementaria sobre conductividad térmica para productos controlados no por terceras partes, y puede preverse que otros países sigan este sistema.

Además Alemania exigirá una marca de conformidad (marca Ü) para la conformidad de la aplicación con los requisitos asociados (DIN 4108-10) por un organismo de certificación, que incluye también un seguimiento continuo por tercera parte. La combinación de la marca nacional de calidad y la KEYMARK cubrirá todas las evaluaciones requeridas a nivel nacional y Europeo. Todos los comportamientos requeridos serán probados por un solo organismo de ensayo, lo que ocasionará un ahorro a las compañías internacionales.

Las marcas nacionales de calidad no serán sustituidas por la KEYMARK, pero deben basarse en las normas Europeas de producto en el futuro. Por tanto, el producto necesita probarse solo una vez para cumplir los requisitos de ambas marcas de calidad.

Mientras la KEYMARK evaluará la conformidad del EPS con EN 13163, las firmas nacionales se dirigirán en el futuro a la conformidad con los requisitos asociados de aplicación nacional.

8.2 Marcas nacionales

8.2.1 Austria

GPH

8.2.2 Bélgica

8.2.3 República Checa

8.2.4 Dinamarca

VIK



8.2.5 Finlandia

VTT

8.2.6 Francia

ACERMI

8.2.7 Alemania

En Alemania hay dos normas de aplicación voluntarias basadas en las especificaciones Europeas EN 13163 y EN 14309.

La DIN V 4108-4 contiene especificaciones de los materiales aislante, por ejemplo en la tabla 4 para el EPS.

La DIN V 4108-4 contiene reglas sobre cómo obtener el valor de diseño de la conductividad térmica para usarla en cálculos de ahorro de energía tales como el de la norma EN 832. El valor de diseño, λ_u , se calculará a partir del valor declarado de la conductividad térmica, λ_D , mediante la ecuación siguiente:

$$\lambda_u = \gamma \cdot \lambda_D$$

El factor, γ , depende del hecho de si aplica o no la certificación de una tercera parte según el Anexo A de la EN 13172. En los casos en que un organismo notificado controle el FPC y las propiedades del producto, el factor será 1,05. En todos los demás casos el factor es 1,2.

8.2.8 Grecia

8.2.9 Islandia

8.2.10 Irlanda

8.2.11 Italia

8.2.12 Luxemburgo

8.2.13 Malta

8.2.14 Holanda

La situación actual en Holanda es la que, de forma totalmente voluntaria, existe ya desde hace dos décadas en este formato. Esto es el resultado de la negociación entre la autoridades (Ministerio de la Vivienda, Asuntos Económicos y Asuntos Internos), la industria de la edificación (suministradores, contratistas, subcontratistas), consultores (ingenieros y arquitectos) y los organismos de certificación.

Existen tres tipos de marcas:

- a) Un certificado de producto, para productos de los que existe una norma de producto;
- b) Una aprobación técnica con certificación, para productos o piezas de construcción con requisitos de comportamiento o uso a que se destina;
- c) Un certificado de proceso para la aplicación de productos específicos o basados en una norma de producto y/o en requisitos de comportamiento y requisitos de aplicación.

Todos los tipos llevan la etiqueta KOMO, y el control de la tercera parte es llevado por organismos acreditados de certificación como KIWA, Intron, BKB y SKH.

En reglamentos de edificación ("Woningwet" y "Bouwbesluit") estas etiquetas VQA son mencionadas como etiquetas bajo las cuales se espera que los productos/procesos/kits cumplan al menos los requisitos oficiales. Están todos en una lista, que se actualiza anualmente.

Para la coordinación de actividades entre los organismos de certificación, las autoridades y la industria - incluyendo los contactos con UEAtc y EOTA - en 1990 se formó el "Stichting Bouwkwaliiteit (SBK)" - fundación para la calidad

de la edificación. Esta fundación emite el permiso de uso de la etiqueta KOMO para marcado a los organismos de certificación. Y todas las marcas de calidad y VQA.

En este momento la expectativa es que, después de estas etiquetas de calidad (KOMO) el marcado CE como marcado de conformidad sea introducido como un extra.

8.2.15 Noruega

8.2.16 Portugal

8.2.17 España

La Marca N de AENOR , basada en la UNE EN 13163 y la UNE EN 13172, sobre una base voluntaria, es una certificación de producto. En la Normativa Básica de Edificación, las normas se recogen como referencia pero no se exige certificación. Para el EPS, la marca N de AENOR es equivalente a un Marcado CE con Evaluación de Conformidad por sistema 1 para todas las especificaciones.

8.2.18 Suecia

8.2.19 Suiza

8.2.20 Reino Unido

9 Referencias y bibliografía

1. DIN 4102, Brandverhalten von Baustoffen.
2. Hamann, Klodt, Gellert, Pelzers. Long term behaviour of polystyrene foam classified as B1 respectively B2 material according to DIN 4102. Bauphysik 21 (1999), Journal 1. Ernst & Sohn Verlag, Berlin.
3. Gausepohl und R. Gellert. Kunststoff-Handbuch; 4. Hanser Verlag 1996 Initials?
4. Ojanen, T. & Kokko, E. Moisture Performance Analysis of EPS Frost Insulation. Insulation Materials: Testing and Applications: Third Volume, ASTM STP 1320, pp. 442-455, 1997.
5. Directive relating to Construction Products, Council Directive of 21 December 1988 (89/106/EEC)
6. EN 832: 1998 - Thermal performance of buildings - Calculation of energy use for heating - Residential buildings
7. prEN 14309, Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) - Specification
8. prEN xxxxx, Light weight fill and insulation products for civil engineering applications (CEA) - Factory made products of expanded polystyrene (EPS) - Specification
9. EN 13499: nnnn - Thermal insulation products for buildings - External thermal insulation composite systems (ETICS) Based on expanded polystyrene - Specification
10. EN 13168: 2001, Thermal insulation for buildings - Factory made wood wool (WW) products - Specification
11. prEN ISO 9229: Thermal insulation - Definition of terms
12. EN 45020: Standardization and related activities - General vocabulary
13. EN ISO 13943, Fire safety - Vocabulary
14. EN 12114: 2000, Thermal performance of buildings - Air permeability of building components and building elements
15. EN 13009: 2000, Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of hygric expansion coefficient
16. EN 12570: 2000, Hygrothermal of building materials and products - Determination of moisture content by drying at elevated temperature
17. EN ISO 12571: 2000, Hygrothermal of building materials and products - Determination of hygroscopic sorption properties
18. 12524: 2000, Building materials and products - Hygrothermal properties- Tabulated design values
19. BS 6203: 1998, Guide to the fire characteristics and fire performance of expanded polystyrene materials (EPS and XPS) used in building applications
20. ISO DTR 9774, Properties of thermal insulation products for buildings according to their application - Guideline for the harmonization of international standards or specifications
21. Zehendner, Verhalten von Schaumkunststoffen unter Druckbeanspruchung bei 20 und 80°C
22. AGI-Arbeitsblatt Q 133 - Harte Schaumkunststoffe als Dämmstoffe für betriebstechnische Anlagen - Teil 1 Polystyrol(PS)-Partikelschaum
23. Zehendner, Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften von Schaumkunststoffen im Bereich von -180 °C bis +70 °C
24. EN 12430: 1998, Thermal insulating products for building application - Determination of behaviour under point load
25. EN 13788, Hygrothermal performance of building components and building elements - Estimation of internal surface temperature to avoid critical surface humidity and calculation of interstitial condensation
26. EN 12354-2, Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 2: Impact sound insulation between rooms
27. prEN 13950, Gypsum plasterboard thermal/acoustic insulation composite panels. Definitions, requirements and test methods
28. prEN 14509 Self-supporting double skin metal faced insulating sandwich panels - Factory made products - Specification
29. SP 2687 Resistance to cyclic compressive loading with square-wave load
30. with square-wave load
31. Lågtidsbelastning med extrapolering enligt EN 1606, EPS material: Plastolit P-100. Swedish National Testing and Research Institute, Gothenburg, 2001
32. Guidance Paper H, A Harmonised approach Relating to Dangerous Substances Under the Construction Products Directive
33. DG ENT G5 [database of dangerous substances or components]. URL: <http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangalf.htm>
34. EN 27345, Thermal insulation - Physical quantities and definitions
35. EN ISO 1182, Reaction to fire tests for building products - Non-combustibility test
36. EN ISO 1716, Reaction to fire tests for building products - Determination of the heat of combustion
37. ISO 12491, Statistical methods for quality control of building materials and components
38. ISO 9251, Thermal insulation - Heat transfer conditions and properties of materials - Vocabulary
39. ISO 9288, Thermal insulation - Heat transfer by radiation - Physical quantities and definitions
40. ISO 9346, Thermal insulation - Mass transfer - Physical quantities and definitions

41. Swinton, Bomberg, Kumaran and Maref: In situ Performance of Expanded Molded Polystyrene in the Exterior Basement Insulation Systems (EIBS). Published in Journal of Thermal Env. & Bldg. SCI. Vol. 23-October 1999.
42. EN 13471 Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of the coefficient of thermal expansion
43. DIN 53428, Prüfung von Schaumstoffen; Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase und feste Stoffe, 1986-08
44. EN 13787, Thermal insulation products for building equipment and industrial installations - Determination of declared thermal conductivity
45. ISO/CD 12575 Building applications - Foundation insulating systems
46. European LCA-data for EPS building products, Seijdel R. R., PRC-Bowcentrum report 886.001, August 1998
47. Critical review on LCA-data for EPS, Schuurmans A., Intron report M715490, 13 October 1998
48. ISO 14040 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework
49. Erkennbare und verlässliche Qualität - europaweit, Güteschutzgemeinschaft Hartschaum e. V., Celle
50. VTT Building technology, Research Report No. RTE10018/96, Moisture-physical function of EPS frost-insulating materials in building foundations, Erkki Kokko, Tuomo Ojanen, Seppo Saarelainen, Harri Kivikoski, Espoo, Finland, 1996
51. ASTM D 1929 Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics
52. Einfluß des Feuchtegehaltes auf die Wärmeleitfähigkeit von Bau- und Dämmstoffen, Bau- und Wohnforschung 1988

10 Autores

Este documento es redactado por expertos de EUMEPS del Grupo de Comunicación.

Hans Tepper (Coordinador)
Roland Gellert
Dolf van Moorsel
Katja Outinen
David Thompsett
Klaus Zipp
Teun van Dorp

La traducción ha sido realizada por un equipo de ANAPE

Yolanda San Román
José Manuel Fernández





Paseo de la Castellana, 203 • 1º Izq. • 28046 Madrid
Tel.: 91 314 08 07 • Fax: 91 378 80 01 • e-mail: eps@anape.es
www.anape.es