

## Dow - Soluções para a Construção



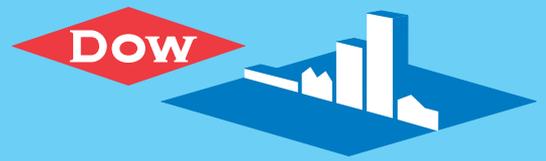
## Soluções STYROFOAM

# Índice

<b>1. Apresentação .....</b>	<b>5</b>
The Dow Chemical Company.....	6
Dow Portugal - Produtos Químicos, Soc. Unip. Lda.....	6
A Dow e o isolamento térmico em espuma de poliestireno extrudido (XPS): STYROFOAM.....	6
Aplicações STYROFOAM.....	7
Breve história do STYROFOAM.....	7
STYROFOAM e o desenvolvimento de novos produtos .....	8
Certificação da qualidade .....	8
<b>2. Fichas técnicas .....</b>	<b>9</b>
Introdução .....	10
A Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido.....	11
Descrição técnica.....	14
Prestações.....	15
ROOFMATE.....	16
WALLMATE.....	18
FLOORMATE.....	20
<b>3. Isolamento térmico de coberturas planas invertidas .....</b>	<b>23</b>
Introdução .....	24
Isolar coberturas planas .....	24
Requisitos de um isolamento térmico para coberturas planas invertidas .....	25
Placas de isolamento térmico ROOFMATE SL-A e ROOFMATE LG-X, as soluções STYROFOAM para coberturas planas invertidas.....	26
Considerações de projecto.....	27
Controlo de condensações.....	29
Impermeabilização.....	30
Comportamento mecânico .....	30
Protecção pesada das placas ROOFMATE SL-A.....	31
Protecção ligeira: ROOFMATE LG-X .....	33
Especificação.....	34
Instalação .....	35
Normas, certificação e homologações.....	37
Precauções de utilização .....	37

<b>4. Isolamento térmico de coberturas inclinadas.....</b>	<b>39</b>
Introdução .....	40
Isolar coberturas inclinadas.....	40
Requisitos de um isolamento térmico para coberturas inclinadas .....	41
ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A, a solução STYROFOAM para coberturas inclinadas .....	41
Considerações de projecto .....	42
Especificação .....	45
Instalação .....	46
Normas e certificação .....	48
Precauções de utilização .....	48
<b>5. Isolamento térmico de paredes. Correção de pontes térmicas .....</b>	<b>49</b>
Introdução .....	50
Isolar paredes - corrigir pontes térmicas.....	50
Requisitos de um isolamento térmico para paredes.....	52
WALLMATE CW-A e STYROFOAM IB-A, a solução STYROFOAM para paredes e pontes térmicas .....	55
Considerações de projecto .....	57
Especificação .....	60
Instalação .....	61
Normas e certificação.....	66
Precauções de utilização .....	66
<b>6. Isolamento térmico de pavimentos .....</b>	<b>67</b>
Introdução .....	68
Isolar pavimentos .....	68
Requisitos de um isolamento térmico para pavimentos .....	69
FLOORMATE, a solução STYROFOAM para pavimentos .....	69
Considerações de projecto .....	70
Especificação .....	73
Instalação .....	74
Normas e certificação.....	78
Precauções de utilização .....	78
<b>7. Projectos de referência .....</b>	<b>79</b>
Projectos de referência - Portugal .....	80
Projectos de referência - Europa.....	81





# Dow - Soluções para a Construção



## Apresentação

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## The Dow Chemical Company

A Dow é uma empresa líder baseada em ciência e tecnologia, que fornece produtos químicos, plásticos e agrícolas inovadores, assim como serviços a mercados de consumo essenciais. Com vendas anuais superiores a 40.000 milhões de US\$, a Dow presta serviço a clientes de 175 países e a uma ampla variedade de mercados

essenciais para o progresso humano, tais como a alimentação, transporte, saúde e medicina, cosméticos e limpeza doméstica e construção, entre outros.

A Dow e os seus 43.000 empregados estão comprometidos com um desenvolvimento sustentável e procuram o equilíbrio das suas responsabilidades económicas, ambientais e sociais.

## Dow Portugal - Produtos Químicos, Soc. Unip. Lda.

A Dow Portugal, com sede no complexo químico de Estarreja, iniciou actividade em 1978. O complexo fabril é constituído por duas fábricas, sendo uma de MDI (um dos tipos de isocianato

polimérico) e outra de placas de espuma rígida de poliestireno extrudido para isolamento térmico (STYROFOAM™), contando com a colaboração de 100 funcionários.

## A Dow e o isolamento térmico em espuma de poliestireno extrudido (XPS): STYROFOAM

Um dos produtos mais conhecidos da Dow é a espuma azul de poliestireno extrudido (XPS) para aplicação na construção pelas suas excelentes propriedades como isolamento térmico. As soluções STYROFOAM reúnem todos os produtos de isolamento térmico, também identificados mediante marcas registadas de acordo com as aplicações específicas: ROOFMATE™, WALLMATE™, FLOORMATE™.

Os produtos para isolamento térmico em espuma de poliestireno extrudido STYROFOAM são placas rígidas com estrutura de célula fechada e a característica cor azul, caracterizando-se pelas seguintes propriedades:

- »» excelentes prestações térmicas (condutibilidade térmica muito baixa).

- »» insensibilidade à água e humidade.
- »» elevada resistência mecânica.
- »» grande resistência à difusão do vapor de água.
- »» capilaridade nula.
- »» imputrescibilidade.
- »» facilidade de trabalho, corte e instalação.
- »» resistência ao manuseamento em obra.
- »» reacção ao fogo: Euroclasse E.

Estas características mantêm-se ao longo do tempo, pelo que os produtos de isolamento térmico STYROFOAM têm um excelente comportamento a longo prazo.

## Aplicações STYROFOAM

Aplicações em construção:

- »» coberturas planas invertidas: ROOFMATE SL-A e ROOFMATE LG-X.
- »» coberturas inclinadas: ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A.
- »» paredes e pontes térmicas: WALLMATE CW-A e STYROFOAM IB-A.
- »» pavimentos: FLOORMATE 200-A, FLOORMATE 500-A e FLOORMATE 700.

Aplicações de pré-fabricação - STYROFOAM LB, STYROFOAM SP, STYROFOAM RTM e STYROFOAM HD 300-F:

As aplicações de pré-fabricação são aqui mencionadas a título de referência. Uma vez que os produtos STYROFOAM para estas aplicações não se destinam a instalação directa em construção, estando pormenorizadas em informação técnica própria. As placas de isolamento térmico STYROFOAM para pré-fabricação são utilizadas na produção de painéis que se destinam a caixas isotérmicas de transporte refrigerado; câmaras frigoríficas ou de congelação; caravanas; painéis pré-fabricados para edifícios.

## Breve história do STYROFOAM

A história do STYROFOAM e, conseqüentemente do XPS, começa em 1941, ano em que investigadores da Dow criaram este novo material a pedido da Marinha dos Estados Unidos da América, que procurava um material de flutuação adequado para balsas de salvamento e bóias de sinalização. Podemos assim verificar o magnífico comportamento à água do XPS. Por esta razão, a sua utilização como bóia em plataformas de portos e marinas desportivas generalizou-se com êxito nos E.U.A. e no Canadá desde o final da Segunda Guerra Mundial. Também com o fim desta guerra, foram procuradas outras aplicações para a espuma de XPS, e rapidamente se verificaram as excelentes

capacidades de isolamento térmico que poderia proporcionar, capacidades que se mantinham ao longo do tempo pelo facto de não ser afectada pela água ou humidade e ter uma grande resistência mecânica. Na década de '50 assistiu-se à progressiva implantação, no mercado dos E.U.A., das placas em espuma de poliestireno extrudido com a característica cor azul, já então denominadas de STYROFOAM. Um excelente exemplo das novas possibilidades oferecidas por este material foi a invenção do sistema de cobertura invertida, que veio revolucionar a construção de coberturas planas.

## STYROFOAM e o desenvolvimento de novos produtos

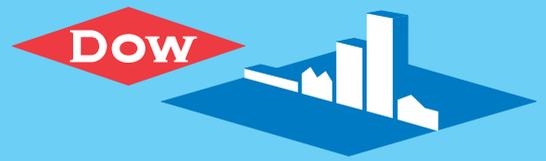
A Dow é uma empresa na qual o desenvolvimento está baseado em tecnologia de ponta, onde a inovação é uma preocupação constante. Desde que criou a espuma de poliestireno extrudido, nos anos 40, a Dow tem-se empenhado de uma forma rigorosa e criteriosa, na investigação, desenvolvimento e produção de placas de isolamento térmico que respondam às necessidades específicas e locais da indústria da construção, assegurando um nível de propriedades técnicas de elevada qualidade.

Deste modo, o Departamento de Produtos para a Construção da Dow tem vindo a desenvolver produtos específicos para o mercado ibérico e, mais especificamente, para o mercado português, como é o caso de alguns produtos para paredes ou coberturas inclinadas. Os produtos STYROFOAM satisfazem a Directiva Europeia EC 2037/2000, de 29 de Junho de 2000, acerca de substâncias que contribuem para a destruição da camada de ozono.

## Certificação da qualidade

As placas de isolamento térmico STYROFOAM contam com o aval das diversas certificações de qualidade e homologações concedidas em todos os Estados europeus. Podem-se referir, entre outros, o Selo INCE e a Marca AENOR em Espanha e a Certificação ACERMI em França. Em Portugal, além da certificação

de produto, a Dow tem contado com Homologações para as placas de isolamento térmico de coberturas em terraço ROOFMATE SL desde 1991. Actualmente, dispõe de uma Homologação Certificada: DH 779, emitida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em 2004.



# Dow - Soluções para a Construção



## Fichas técnicas

**ROOFMATE**  
**WALLMATE**  
**FLOORMATE**

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## Introdução

Esta secção fornece uma descrição técnica e informação sobre as prestações das placas de isolamento térmico em espuma rígida poliestireno extrudido (XPS) STYROFOAM. As placas em poliestireno extrudido STYROFOAM, com a sua característica cor azul, são concebidas e produzidas para proporcionar isolamento térmico numa variedade de aplicações em edifícios residenciais, terciários ou industriais, tanto em obra nova como em obra de conservação, recuperação ou reabilitação. Existem diversos tipos de placas de isolamento térmico STYROFOAM específicas para cada aplicação:

- »» ROOFMATE: coberturas
- »» WALLMATE: paredes e pontes térmicas
- »» FLOORMATE: pavimentos



Centro Cultural de Belém – Lisboa



Green Park – Lisboa



Edifício Éden – Lisboa

## A Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido

Desde 1 de Março de 2003 que a DOW coloca a Marcação CE na sua gama de produtos para isolamento térmico STYROFOAM. A obrigatoriedade desta marcação está prevista e regulamentada através da Directiva 89/106/CEE, relativa aos produtos de construção, e de acordo com a Norma de produto harmonizada adoptada pelo CEN (Comité Europeu de Normalização). Para o Poliestireno extrudido, a Norma de referência é a EN13164 aprovada em 16.4.2001. Esta Norma descreve as características do Poliestireno extrudido, assim como os procedimentos para os ensaios em laboratório e a forma de etiquetagem para fins comerciais. Nesta norma, está previsto um período de “coexistência” das novas disposições comunitárias com Normas nacionais existentes, consentindo ao seu destinatário (fabricante ou seu mandatário) adequar a sua produção à Norma comunitária sem incorrer em sanções, nos casos de produtos anteriores à marcação CE. Esta fase de coexistência normativa esteve compreendida entre 1 de Março de 2002 e 28 de Fevereiro de 2003, pelo que a partir de 1 de Março de 2003 a Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido Soluções STYROFOAM: Fichas técnicas 2003/Marcação CE 03 os princípios comunitários da Norma referida são obrigatórios, entre os quais a utilização da Marcação CE nos produtos produzidos. A Marcação CE comprova que o produto utilizado para a construção satisfaz todas as disposições comunitárias, em particular os requisitos fundamentais presentes no anexo A da directiva e os procedimentos de conformidade previstos pelos artigos 5, 6 e 7. Com a aplicação da Marcação CE, qualquer produtor apresentará as características do seu próprio produto.

Tais características deverão ser posteriormente confirmadas através da avaliação de conformidade com a Norma de Produto, avaliação essa que é conduzida de acordo com a norma EN 13172 e baseada no controlo da produção e em ensaios efectuados sobre amostras.

Este procedimento de avaliação de conformidade prevê o seguinte:

1. Controlo inicial dos produtos denominado ITT (Initial Type Testing) efectuado por um laboratório de ensaios externo e autorizado que verifica as seguintes características:
  - Resistência Térmica
  - Resistência à Compressão
  - Absorção de água
  - Libertação de substâncias perigosas
2. Uma primeira verificação de todas as outras características do produto efectuada pelo próprio fabricante, com o possível envolvimento do laboratório de ensaios externo.
3. O controlo interno contínuo das características do produto da parte do fabricante.

### As características dos produtos mudaram?

Com a aplicação da marcação CE, os produtos mantêm-se inalterados, sendo alterado apenas o modo de medição e de declaração da característica. As características dos produtos serão expressas de acordo com o definido na Norma de Produto que prevê um novo código de identificação. Na tabela seguinte encontram-se referidas as propriedades declaradas do Poliestireno extrudido segundo a EN 13164 e o seu respectivo código de identificação.

## A Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido

Característica do produto em Poliestireno extrudido	Método de Ensaio	Código de Identificação EN 13164
Valor nominal de Resistência Térmica	EN 12667 / EN 12939	$R_D$
Valor nominal de Condutibilidade Térmica	EN 12667 / EN 12939	$\lambda_D$
Comportamento ao fogo / Euroclasse	EN 13501-1	A, B, C, D, E, F
Resistência à compressão a 10% de deformação	EN 826	CS(10\Y) I
Resistência à tracção perpendicular às faces	EN 1607	TR I
Fluência à compressão – creep	EN 1606	CC( $i_1/i_2/y$ ) $\sigma_c$
Absorção de água por difusão a longo prazo	EN 12088	WD (V) i
Absorção de água por imersão a longo prazo	EN 12087	WL (T) i
Estabilidade a ciclos alternados de gelo-degelo	EN 12091	FT1; FT2
Difusão ao vapor de água	EN 12086	MU i
Estabilidade dimensional a temperatura condicionada	EN 1604	DS(T+)
Estabilidade dimensional a temperatura e humidade condicionadas	EN 1604	DS(TH)
Deformação sob carga e temperatura condicionadas	EN 1605	DLT(i)5; i=1, 2
Limite de tolerância na espessura	EN 823	Ti (i=1, 2, 3)

Um Código de Identificação para um produto em Poliestireno extrudido efectuado segundo a Marcação CE poderá apresentar-se conforme o seguinte exemplo: XPS - EN13164 - T1 - CS(10\Y)300 - DS(TH) - DLT(2)5 - CC(2/1,5/50)130 - WD(V)5 - FT2.

As características deste produto são as seguintes:

<b>T1</b>	O Produto apresenta uma tolerância de classe 1 na sua espessura, para a espessura de 50 isto significa -2 / +3 mm de tolerância.
<b>CS(10\Y)300</b>	A resistência à compressão correspondente a uma deformação de 10% é no mínimo 300 kPa.
<b>DS(TH)</b>	A estabilidade dimensional na presença de condições de temperatura e humidade pré definidas na norma é garantida. O mesmo que dizer que após o acondicionamento por 48h a T = 23 °C e 90% HR, as variações de comprimento, largura e espessura são inferiores a 2%.
<b>DLT(2)5</b>	A deformação devida a uma solicitação de compressão de 40 kPa a 70 °C de temperatura, e após 168 horas não deve superar em 5% a deformação provocada pela mesma carga de 40 kPa mas com uma temperatura de 23 °C.
<b>CC(2/1,5/50)130</b>	Sob uma carga contínua CC de 130 kPa, a deformação total após um período de solicitação de 50 anos é no máximo 2% da espessura, dos quais 1,5% é devido à sua fluência.
<b>WD(V)5</b>	No ensaio de absorção de água por difusão WD não é superado o valor de 5% de absorção de água referente ao seu volume total.
<b>FT2</b>	Sujeito a ciclos alternados de gelo-degelo FT, após o ensaio de absorção de água por difusão, o produto não absorve mais que 1% do seu volume em água.

## A Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido

### Como devem ser aplicados os produtos XPS segundo a norma harmonizada?

A EN 13164 não especifica o nível requerido para uma dada propriedade de forma a garantir a idoneidade da aplicação do produto. O mesmo é dizer que a conformidade de um poliestireno extrudido com a sua norma de produto harmonizada, não é por si só o garante da idoneidade para uma aplicação específica. Assim sendo, as necessidades de cada característica nas várias aplicações devem ser procuradas T1 O Produto apresenta uma tolerância de classe 1 na sua espessura, para a espessura de 50 isto significa -2 / +3 mm de tolerância. CS(10\Y)300 A resistência à compressão correspondente a uma deformação de 10% é no mínimo 300 kPa. A estabilidade dimensional na presença de condições de temperatura e humidade pré definidas na norma DS(TH) é garantida. O mesmo que dizer que após o acondicionamento por 48h a T = 23 °C e 90% HR, as variações de comprimento, largura e espessura são inferiores a 2%. A deformação devida a uma solicitação de compressão de 40 kPa a 70 °C de temperatura, e após

168 horas DLT(2)5 não deve superar em 5% a deformação provocada pela mesma carga de 40 kPa mas com uma temperatura de 23 °C. CC(2/1,5/50)130 Sob uma carga continua CC de 130 kPa, a deformação total após um período de solicitação de 50 anos é no máximo 2% da espessura, dos quais 1,5% é devido à sua fluência. WD(V)5 No ensaio de absorção de água por difusão WD não é superado o valor de 5% de absorção de água referente ao seu volume total. FT2 Sujeito a ciclos alternados de gelo-degelo FT, após o ensaio de absorção de água por difusão, o produto não absorve mais que 1% do seu volume em água.

**Nota:** A terminologia portuguesa das características dos produtos poderá sofrer variações no futuro, quando da transformação desta norma em Norma Portuguesa (NP EN 13164). Nas disposições legais de cada país. Como exemplo e para o nosso país, as prestações térmicas dos diversos elementos dos edifícios deverão ser projectadas de acordo com o Regulamento das Características do Comportamento Térmico de Edifícios.

ROOFMATE SL-A	XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)300-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)130-WD(V)5-FT2
ROOFMATE LG-X	XPS-EN 13164-T1-CS(10\Y)300-DS(TH)-DLT(2)5-WD(V)5-FT2
ROOMATE PT-A	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)300
ROOMATE TG-A	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)250-DS(TH)-DLT(2)5-WD(V)5-FT2
WALLMATE CW-A	XPS-EN 13164-T1-CS(10\Y)100-DS(TH)
STYROFOAM IB-A	XPS-EN 13164-T1-CS(10/Y)200
FLOORMATE 200-A	XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)200-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)60
FLOORMATE 500-A	XPS-EN13164-T1-CS(10\Y)500-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)180-WD(V)5-FT2



ROOFMATE SL-A: Cobertura plana invertida



ROOFMATE PT-A: Cobertura inclinada

## A Marcação CE e a implementação da Norma de produto EN 13164 para o Poliestireno extrudido

### Códigos de identificação dos produtos STYROFOAM

O fabricante é responsável pela aplicação da Marcação CE a partir da entrada em vigor da norma de produto. A aplicação da marcação CE poderá ser efectuada com a aplicação de uma etiqueta na embalagem do produto. Esta etiqueta consiste nas letras “CE” na forma especificada pela directiva 93/68/CE seguidas de outras

informações tais como o nome do produto, o nome, marcação identificativa do fabricante e seu endereço, o ano de fabrico do produto, o código identificativo do lote de produção, o número da Norma EN 13164 (Poliestireno extrudido), a Euroclasse de reacção ao fogo, a resistência térmica declarada, a espessura nominal, o código de identificação, o comprimento e a largura nominais e o número de peças presentes no pacote

## Descrição técnica

### Composição

As placas STYROFOAM são constituídas em espuma de poliestireno extrudido. O processo de extrusão desenvolvido pela Dow produz uma estrutura rígida e uniforme de pequenas células fechadas, o que confere aos produtos STYROFOAM (ROOFMATE, WALLMATE e FLOORMATE) as suas características únicas. Os produtos STYROFOAM não contêm CFC’S ou HCFC’S, satisfazendo as disposições ambientais europeias referidas na Directiva EC2037 de 29.06.2000, acerca das substâncias que contribuem para a destruição da camada de ozono.

### Características superficiais

As placas STYROFOAM da Dow apresentam-se com uma característica cor azul. A superfície em ambas as faces de cada placa é lisa, com pele de espumação, à excepção das placas ROOFMATE PT-A, ROOFMATE LG-X e STYROFOAM IB-A (consultar descrição específica de cada produto).



STYROFOAM IB-A: Paredes com isol. Pelo exterior



FLOORMATE 200-A: Pavimento com piso radiante

## Prestações

### Mecânicas

A resistência à compressão das placas STYROFOAM varia de acordo com a aplicação específica a que se destinam, existindo um conjunto de resistências mecânicas disponíveis para satisfazer todas as situações de carga, desde usos habitacionais a industriais.

### Comportamento ao fogo

As placas STYROFOAM contêm um aditivo retardante de chama de forma a evitar a ignição acidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso. Todas as classificações relativas à reacção ao fogo baseiam-se em ensaios realizados em pequena escala e poderão não reflectir a reacção do material perante condições de fogo real. Os produtos STYROFOAM têm uma classificação de reacção EUROCLASSE E, segundo a norma EN 13501-1.

### Comportamento em condições de temperatura elevada

As placas STYROFOAM sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. A temperatura máxima de trabalho, em serviço permanente, é de 75°C, sendo o valor mínimo de -50°C.

### Resistência à humidade

As placas STYROFOAM são altamente resistentes à absorção de água e a sua capilaridade é nula. São muito resistentes à difusão do vapor de água e não são afectadas por ciclos repetidos de gelo-degelo.

### Resistência biológica

O bolor e quaisquer outras eflorações não se desenvolvem nas placas STYROFOAM. As placas STYROFOAM não têm qualquer valor nutritivo para roedores, insectos, etc.

### Resistência química

As placas STYROFOAM, em contacto directo com substâncias ou materiais que contenham componentes voláteis, ficam expostas ao ataque de solventes. Ao seleccionar uma cola ou outro meio aderente, devem ser tidas em conta as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua compatibilidade com a espuma de poliestireno.

### Resistência às intempéries e à luz solar - Armazenamento

As placas STYROFOAM podem ser armazenadas ao ar livre. Não são afectadas por chuva, neve ou gelo. A sujidade acumulada pode ser facilmente lavada. Se as placas são armazenadas por um longo período de tempo, devem ser protegidas da luz solar directa, de preferência na sua embalagem original.

### Durabilidade

Quando adequadamente aplicadas, a vida útil das placas STYROFOAM é estimada em período de tempo igual ao da vida útil do edifício ou construção em que se inserem. Dependendo do sistema de instalação, as placas poderão ser reutilizadas.

### Gestão de resíduos

Os produtos STYROFOAM poderão ser:

- »» reciclados mecanicamente.
- »» reciclados quimicamente.
- »» utilizados como enchimento em terrenos (não tem nenhum efeito contaminante).
- »» incinerados sob controlo, sendo possível a recuperação do seu conteúdo energético.

# ROOFMATE

## Dados técnicos

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164 <sup>(6)</sup>	Unidade	ROOFMATE SL-A	ROOFMATE LG-X	ROOFMATE PT-A
Comprimento	EN 822	-	mm	1250	1200	2000
Largura	EN 822	-	mm	600	600	600
Espessura <sup>(1)</sup>	EN 823	Ti	mm	30, 40, 50, 60, 80	50 + 10	35, 40, 50, 60
Superfície	-	-	-	Lisa	Argamassa	Rugosa e canelada
Corte perimetral	-	-	-	Meia-madeira	Macho-fêmea	Meia-madeira
Densidade mínima	EN 1602	-	kg/m <sup>3</sup>	35	32	35
Aplicações	-	-	-	Cobertura plana invertida	Cobertura plana invertida aligeirada	Cobertura inclinada com estrutura contínua

## Prestações térmicas:

$R_D$  (resistência térmica) = e (espessura) /  $\lambda_D$  (condutibilidade térmica)

Produto	Espessura (mm)						unidade
	30	35	40	50	60	80	
$R_D$ ROOFMATE SL-A	0.85	-	1.15	1.40	1.70	2.30	m <sup>2</sup> .°K / W
$R_D$ ROOFMATE PT-A	-	1.00	1.15	1.40	1.70	-	m <sup>2</sup> .°K / W
$R_D$ ROOFMATE LG-X	-	-	-	1.70	2.10	2.75	m <sup>2</sup> .°K / W

### Conformidade com a norma EN 13164 e certificação:

Todos os produtos contam com marcação CE.

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Bilbao, segundo a norma EN 13164

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, WALLMATE CW-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Estarreja, segundo a norma EN 13164

Homologação com certificação (DH 779) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para ROOFMATE SL-A na aplicação de isolamento térmico de terraços.

## ROOFMATE

### Prestações

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164 <sup>(6)</sup>	Unidade	ROOFMATE SL-A	ROOFMATE LG-X	ROOFMATE PT-A
Condutibilidade térmica, $\lambda$ <sup>(2)</sup>	EN 12667	-	W/mK	0.035	0.029	0.035
Resistência à compressão (mínima) <sup>(3)</sup>	EN 826	CS(10/Y)i	kPa	300	300	300
Resistência à compressão para fluência máx. 2% <sup>(4)</sup>	EN 1606	CC(2/1,5/50)i	kPa	130	100	130
Absorção de água por imersão	EN 12087	WL(T)i	% vol.	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Absorção de água por difusão	EN 12088	WD(V)i	% vol.	< 3.0	< 3.0	< 3.0
Absorção de água por ciclos gelo / degelo	EN 12091	FTi	% vol.	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Factor de resistência à difusão do vapor de água, $\mu$ <sup>(5)</sup>	EN 12086	MUi	-	100 - 200	100 - 200	100-200
Capilaridade	-	-	-	Nula	Nula	Nula
Coefficiente de dilatação linear	-	-	mm/m°C	0.07	0.07	0.07
Temperaturas de serviço	-	-	°C	-50 / +75	-50 / +75	-50 / +75
Reacção ao fogo	EN 13501-1	Euroclasse	-	E	E	E

(1) Para outras espessuras, consultar os nossos serviços

(2) Valor declarado segundo a norma EN 13164, conforme processos estatísticos 90/90 (90% da produção, 90% de intervalo de confiança)

(3) Ensaio de curto prazo; valor quando se atinge o limite de rotura ou 10% de deformação

(4) Fluência: deformação a longo prazo sob carga permanente

(5) Em produtos com pele de extrusão depende da espessura: decresce com o aumento da espessura

(6) Norma Europeia de isolamento térmico em poliestireno extrudido. É a base para a marcação CE e para a certificação de produto AENOR.

São indicados os códigos de designação para algumas propriedades. Na norma EN 13164 são especificados os valores "i", que dão origem diversos níveis para uma determinada propriedades, de acordo com a referida norma de produto.

# WALLMATE

## Dados técnicos

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164 <sup>(6)</sup>	Unidade	WALLMATE CW-A	STYROFOAM IB-A
Comprimento	EN 822	-	mm	2600	1250
Largura	EN 822	-	mm	600	600
Espessura <sup>(1)</sup>	EN 823	Ti	mm	30, 40, 50, 60	30, 40
Superfície	-	-	-	Lisa	Rugosa e punçonada
Corte perimetral	-	-	-	Macho-fêmea	Recto
Densidade mínima	EN 1602	-	kg/m <sup>3</sup>	30	30
Aplicações	-	-	-	Paredes duplas	Paredes simples Pontes térmicas

## Prestações térmicas:

$R_D$  (resistência térmica) = e (espessura) /  $\lambda_D$  (condutibilidade térmica)

Produto	Espessura (mm)				unidade
	30	40	50	60	
$R_D$ WALLMATE CW-A	0.85	1.15	1.40	1.70	m <sup>2</sup> .°K / W
$R_D$ STYROFOAM IB-A	0.85	1.15	1.40	-	m <sup>2</sup> .°K / W

### Conformidade com a norma EN 13164 e certificação:

"Todos os produtos contam com marcação CE.

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Bilbao, segundo a norma EN 13164

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, WALLMATE CW-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Estarreja, segundo a norma EN 13164

Homologação com certificação (DH 779) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para ROOFMATE SL-A na aplicação de isolamento térmico de terraços."

## Prestações

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164	Unidade	WALLMATE CW-A	STYROFOAM IB-A
Condutibilidade térmica, $\lambda$ <sup>(2)</sup>	EN 12667	-	W/mK	0.035	0.035
Resistência à compressão (mínima) <sup>(3)</sup>	EN 826	CS(10/Y)i	kPa	200	250
Resistência à compressão para fluência máx. 2% <sup>(4)</sup>	EN 1606	CC(2/1,5/50)i	kPa	-	-
Absorção de água por imersão	EN 12087	WL(T)i	% vol.	< 0.7	< 1.5
Absorção de água por difusão	EN 12088	WD(V)i	% vol.	-	-
Absorção de água por ciclos gelo / degelo	EN 12091	FTi	% vol.	-	-
Factor de resistência à difusão do vapor de água, $\mu$ <sup>(5)</sup>	EN 12086	MUi	-	80-180	80
Capilaridade	-	-	-	Nula	Nula
Coefficiente de dilatação linear	-	-	mm/m°C	0.07	0.07
Temperaturas de serviço	-	-	°C	-50 / +75	-50 / +75
Reacção ao fogo	EN 13501-1	Euroclasse	-	E	E

(1) Para outras espessuras, consultar os nossos serviços

(2) Valor declarado segundo a norma EN 13164, conforme processos estatísticos 90/90 (90% da produção, 90% de intervalo de confiança)

(3) Ensaio de curto prazo; valor quando se atinge o limite de rotura ou 10% de deformação

(4) Fluência: deformação a longo prazo sob carga permanente

(5) Em produtos com pele de extrusão depende da espessura: decresce com o aumento da espessura

(6) Norma Europeia de isolamento térmico em poliestireno extrudido. É a base para a marcação CE e para a certificação de produto AENOR.

São indicados os códigos de designação para algumas propriedades. Na norma EN 13164 são especificados os valores "i", que dão origem diversos níveis para uma determinada propriedades, de acordo com a referida norma de produto.

# FLOORMATE

## Dados técnicos

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164 <sup>(6)</sup>	Unidade	FLOORMATE 200-A	FLOORMATE 500-A	FLOORMATE 700-A
Comprimento	EN 822	-	mm	1200	1250	1250
Largura	EN 822	-	mm	600	600	600
Espessura <sup>(1)</sup>	EN 823	Ti	mm	30, 40	40, 50	40, 50
Superfície	-	-	-	Lisa	Lisa	Lisa
Corte perimetral	-	-	-	Recto	Meia-madeira	Meia-madeira
Densidade mínima	EN 1602	-	kg/m <sup>3</sup>	30	38	45
Aplicações	-	-	-	Pavimentos residenciais	Pavimentos industriais	Pavimentos industriais

## Prestações térmicas:

$R_D$  (resistência térmica) = e (espessura) /  $\lambda_D$  (condutibilidade térmica)

Produto	Espessura (mm)			unidade
	30	40	50	
$R_D$ FLOORMATE 200-A	0.85	1.15	1.40	m <sup>2</sup> .°K / W
$R_D$ FLOORMATE 500-A	-	1.10	1.35	m <sup>2</sup> .°K / W
$R_D$ FLOORMATE 700-A	-	1.10	1.35	m <sup>2</sup> .°K / W

### Conformidade com a norma EN 13164 e certificação:

Todos os produtos contam com marcação CE.

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, ROOFMATE PT-A, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Bilbao, segundo a norma EN 13164

Certificação voluntária de produto AENOR (Marca AENOR) para os produtos ROOFMATE SL-A, WALLMATE CW-A e FLOORMATE 200-A produzidos na fábrica de Estarreja, segundo a norma EN 13164

Homologação com certificação (DH 779) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil para ROOFMATE SL-A na aplicação de isolamento térmico de terraços."

## FLOORMATE

### Prestações

Propriedade	Norma	Código de designação EN 13164	Unidade	FLOORMATE 200-A	FLOORMATE 500-A	FLOORMATE 700-A
Condutibilidade térmica, $\lambda$ <sup>(2)</sup>	EN 12667	-	W/mK	0.035	0.036	0.036
Resistência à compressão (mínima) <sup>(3)</sup>	EN 826	CS(10/Y)i	kPa	200	500	700
Resistência à compressão para fluência máx. 2% <sup>(4)</sup>	EN 1606	CC(2/1,5/50)i	kPa	60	180	250
Absorção de água por imersão	EN 12087	WL(T)i	% vol.	< 0.7	< 0.7	< 0.7
Absorção de água por difusão	EN 12088	WD(V)i	% vol.	< 3.0	< 3.0	< 3.0
Absorção de água por ciclos gelo / degelo	EN 12091	FTi	% vol.	-	< 1.0	< 1.0
Factor de resistência à difusão do vapor de água, $\mu$ <sup>(5)</sup>	EN 12086	MUi	-	80 - 180	150 - 220	150-220
Capilaridade	-	-	-	Nula	Nula	Nula
Coefficiente de dilatação linear	-	-	mm/m°C	0.07	0.07	0.07
Temperaturas de serviço	-	-	°C	-50 / +75	-50 / +75	-50 / +75
Reacção ao fogo	EN 13501-1	Euroclasse	-	E	E	E

(1) Para outras espessuras, consultar os nossos serviços

(2) Valor declarado segundo a norma EN 13164, conforme processos estatísticos 90/90 (90% da produção, 90% de intervalo de confiança)

(3) Ensaio de curto prazo; valor quando se atinge o limite de rotura ou 10% de deformação

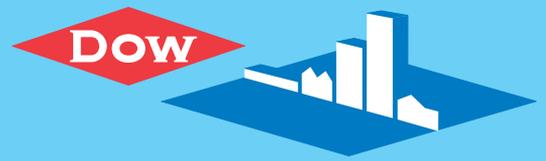
(4) Fluência: deformação a longo prazo sob carga permanente

(5) Em produtos com pele de extrusão depende da espessura: decresce com o aumento da espessura

(6) Norma Europeia de isolamento térmico em poliestireno extrudido. É a base para a marcação CE e para a certificação de produto AENOR.

São indicados os códigos de designação para algumas propriedades. Na norma EN 13164 são especificados os valores "i", que dão origem diversos níveis para uma determinada propriedades, de acordo com a referida norma de produto.





# Dow - Soluções para a Construção



## Isolamento térmico de coberturas planas invertidas

**ROOFMATE SL-A**  
**ROOFMATE LG-X**

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## Introdução

Esta secção disponibiliza informação sobre as placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido ROOFMATE, sendo um guia para a concepção e instalação de coberturas planas com a utilização das mesmas tanto em obra nova como em reabilitação .



## Isolar coberturas planas

A cobertura plana tradicional ou convencional comporta uma série de defeitos que aceleram o desgaste do sistema de impermeabilização, uma vez que ao ser aplicado por cima do isolamento térmico está submetido a:

- »» "Choque térmico", não só diário como também sazonal / anual.
- »» danos mecânicos, em particular durante a fase de obra.
- »» degradação por radiação ultravioleta.
- »» degradação (também do isolamento térmico convencional) provocada por humidade presente na parte inferior do sistema de impermeabilização e proveniente de chuva que ocorra durante a execução, da própria humidade dos materiais de construção ou de condensação intersticial.

Na cobertura invertida, ao inverter-se as posições relativas convencionais dos sistemas de impermeabilização e isolamento térmico, estando o isolamento térmico sobre a impermeabilização (fig. 01), a durabilidade de qualquer sistema de impermeabilização aumenta consideravelmente, ao serem suprimidos os efeitos prejudiciais já mencionados. Assim ocorre, por exemplo, com o "choque térmico": na figura 02 estão indicadas as variações da temperatura da impermeabilização nos casos de cobertura tradicional e cobertura invertida. Pode-se confirmar que as variações da temperatura da impermeabilização no sistema invertido são substancialmente inferiores às que se verificam na cobertura tradicional.

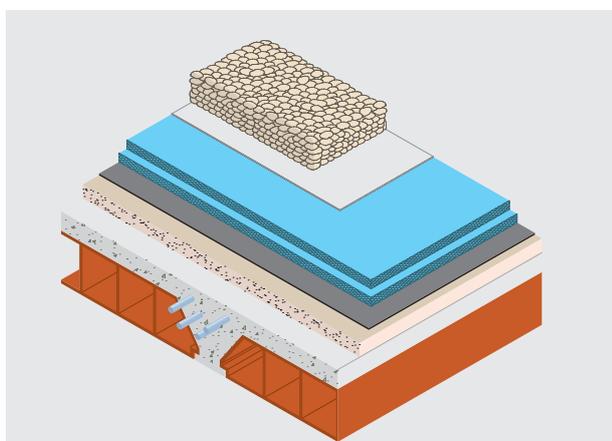


Figura 01

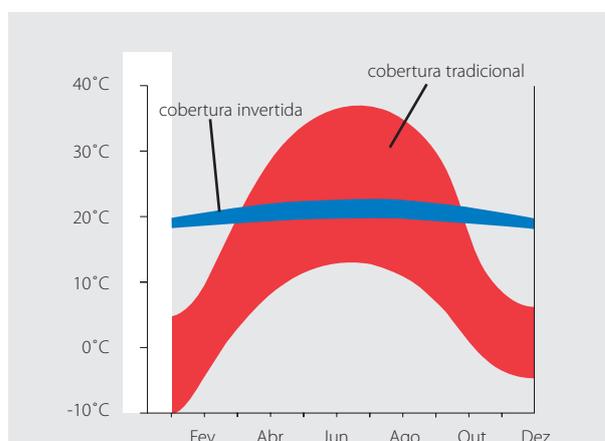
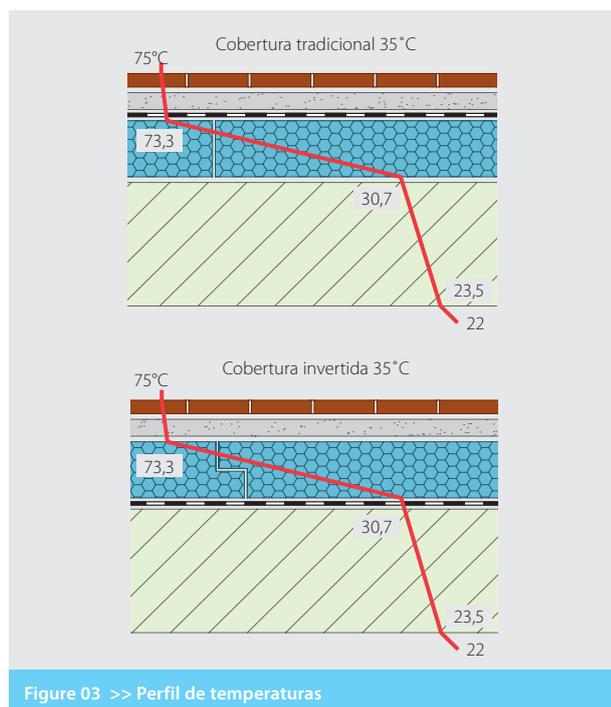


Figura 02

## Isolar coberturas planas



Adicionalmente, numa cobertura invertida:

- »» O sistema de impermeabilização desempenha também o papel de barreira pára-vapor, uma vez que está situado sob o isolamento térmico (encostado à sua “face quente”), evitando-se assim a execução de uma barreira pára-vapor como acontece na cobertura tradicional.
- »» O isolamento térmico pode ser aplicado sob qualquer condição meteorológica, o que permite rapidez de execução.
- »» A facilidade e rapidez de aplicação do isolamento térmico permitem economia de mão-de-obra.
- »» O acesso à impermeabilização está facilitado, o que representa uma vantagem em situações de reparação.

O conceito de cobertura invertida explicado depende absolutamente de um isolamento térmico com propriedades excepcionais, não apenas térmicas, como também mecânicas e de insensibilidade à humidade.

## Requisitos de um isolamento térmico para coberturas planas invertidas

Uma cobertura plana invertida implica não só a exposição do isolamento térmico à água da chuva, como também uma situação de trabalho que o submete a duras condições, sem que por esta razão possa perder a sua eficácia. O isolamento térmico de uma cobertura invertida deve necessariamente ter características específicas para esta aplicação, como está discriminado em diversas homologações europeias que seguem as directrizes da UEAtc (União Europeia para a Homologação Técnica na Construção):

- »» Absorção de água por imersão mínima de modo a que conserve todas as suas características térmicas e mecânicas quando em contacto com a água. Tomando como referência os ensaios de absorção de água (como os efectuados no âmbito do Documento de Homologação - LNEC, ao abrigo da norma EN 12087) considera-se um limite superior admissível de absorção de água de 0.7%, em percentagem de volume.

- »» Resistência aos ciclos de gelo-degelo. A partir dos ensaios habituais (ao abrigo da norma EN 12091) considera-se um limite superior admissível de absorção de água de 1.0 %, em percentagem de volume.
- »» Resistência mecânica ao manuseamento de execução e às cargas a que o material está submetido durante e após a sua aplicação. Admite-se como referência (e provada por mais de 35 anos de experiência recolhida nas homologações e nos relatórios de comportamento a longo prazo de coberturas invertidas de diversos institutos europeus de construção) um valor de resistência à compressão (segundo a norma de ensaio EN 826) não inferior a 300 kPa. Este valor representa o valor mínimo admissível para a resistência à compressão (resistência a “curto prazo”).

## Requisitos de um isolamento térmico para coberturas planas invertidas

»» O valor que deve ser considerado para a resistência à compressão a longo prazo, sob cargas permanentes (resistência à fluência), é de 130 kPa, considerando uma deformação máxima de 2%.

Do conjunto de materiais de isolamento térmico, apenas a espuma de poliestireno extrudido (XPS) possui as propriedades enunciadas. Adicionalmente:

»» Tem estrutura celular fechada, o que explica o seu excelente comportamento à humidade, uma vez que a água não se transmite de uma célula à seguinte: cada célula é um compartimento estanque e separada da célula seguinte por uma parede em poliestireno, hidrófoba.

»» Tem uma resistência à difusão do vapor de água muito elevada e uma absorção de água por difusão de vapor muito reduzida.

»» É imputrescível.

O sistema de cobertura invertida está fundamentado nas superiores características do poliestireno extrudido (XPS), como as placas ROOFMATE. Em nenhum caso poderá este sistema ser considerado com outro tipo de material de isolamento térmico.

## Placas de isolamento térmico ROOFMATE SL-A e ROOFMATE LG-X, as soluções STYROFOAM para coberturas planas invertidas

»» Com grande resistência à compressão de modo a resistirem a todas as solicitações de carga numa cobertura plana invertida.

»» Insensíveis à água e humidade, o que lhes permite estarem expostas à água da chuva e a todo o tipo de difíceis condições climatéricas.

»» Elevada resistência à difusão de vapor de água (factor  $\mu = 100$  a  $200$ ), de modo que é reduzido ao mínimo o risco de ocorrência de condensações (já muito reduzido no sistema de cobertura invertida uma vez que a impermeabilização, estando no “lado quente”, funciona também como barreira pára-vapor).

»» Excelente condutibilidade térmica (muito baixa),  $\lambda$ : 0.035 W/mK para ROOFMATE SL-A e  $\lambda$ : 0.030 W/mK para ROOFMATE LG-X.

»» Euroclasse E de reacção ao fogo, segundo norma EN 13501-1.

»» ROOFMATE LG-X: para soluções aligeiradas e com instalação simplificada (isolamento e acabamento numa só operação com um peso 25 kg/m<sup>2</sup>

## Considerações de projecto

### Controlo térmico

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projecto de edifícios novos e de grandes remodelações, de forma a salvaguardar as necessidades de conforto sem recurso a consumos excessivos de energia, assim como garantir a minimização de efeitos patológicos derivados de condensações nos elementos da envolvente. No entanto, a alteração de alguns pressupostos que serviram de base a este diploma (tal como o aumento de exigências a nível de conforto e o crescente recurso a equipamentos de climatização), assim como a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios de forma a reduzir os seus consumos de energia e consequentes emissões de gases que contribuem para o aquecimento global, levaram a que este regulamento fosse revisto sendo as exigência actualizadas para o contexto energético actual.

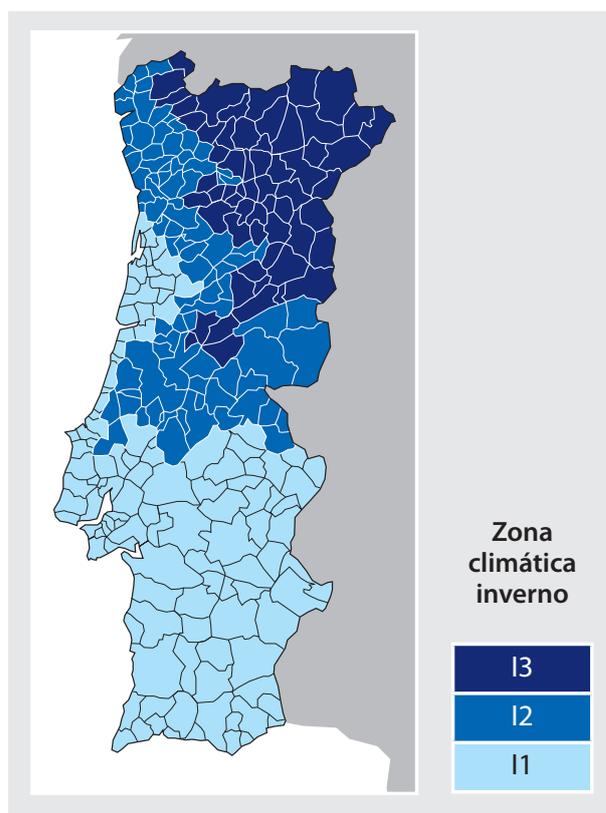
Esta revisão é também um requisito da directiva 2002/91/CE do parlamento europeu referente à eficiência energética dos edifícios. A revisão acima referida, deu origem ao “novo” Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei nº 80/2006 de 4 de Abril, que entre outras alterações apresenta também novos valores de Coeficientes de transmissão térmica (U) para as coberturas. No Anexo IX do RCCTE são indicados os valores dos coeficientes de transmissão térmica U, de referência e máximos admissíveis, em função das zonas climáticas (definidas no Anexo III) e do tipo de envolvente.

### Valores dos coeficientes de transmissão térmica U (W/m<sup>2</sup>C), de referência e máximos admissíveis

Os valores de U acima mencionados são facilmente satisfeitos na envolvente opaca horizontal de edifícios utilizando placas de isolamento térmico ROOFMATE, e considerando todas as soluções construtivas de coberturas.

### INÉRCIA TÉRMICA:

Ao aplicar as placas de isolamento térmico ROOFMATE sobre o suporte estrutural da cobertura, é aproveitada ao máximo a capacidade calorífica dos materiais do suporte que, assim, contribuem com toda a eficácia possível para a inércia térmica do edifício. Consequentemente, melhora-se a estabilidade da temperatura interior face às alterações da temperatura exterior, minorando o risco de condensação inerente a eventuais descontinuidades no isolamento térmico da cobertura (pontes térmicas). Estas descontinuidades devem, no entanto, ser evitadas.



	Zona climática					
	I1		I2		I3	
	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx
Elementos exteriores em zona corrente (coberturas)	0,50	1,25	0,45	1,00	0,40	0,90
Elementos interiores em zona corrente (tectos ou pavimentos)	1,00	1,65	0,90	1,30	0,80	1,20

## Considerações de projecto

### **EFEITO DA CHUVA NO CÁLCULO TÉRMICO DE UMA COBERTURA INVERTIDA:**

Em tempo seco o isolamento térmico de uma cobertura plana efectuado segundo o sistema invertido é idêntico ao de uma cobertura convencional (isolante sob a impermeabilização) com um isolamento de resistência térmica equivalente.

Nos períodos de ocorrência de chuva regista-se um ligeiro acréscimo de perdas térmicas numa cobertura isolada no sistema invertido, devido, quer ao eventual escoamento e evaporação das águas pluviais sob as placas quer ao ligeiro acréscimo do respectivo teor de água.

Estas perdas térmicas podem ser compensadas, em termos médios, ao longo de um período convencional coincidente com os meses mais frios (Outubro a Abril), pelo aumento de espessura das placas de isolamento térmico em função da pluviosidade do local de aplicação.

Apesar da maior parte da água da chuva escoar sobre as placas ROOFMATE, produz-se um escoamento limitado através dos encaixes meia-madeira das placas de isolamento térmico. Desta forma, uma pequena quantidade de água da chuva alcança o nível da impermeabilização, sob o isolamento térmico, retirando assim algum calor da laje.

Diversos institutos Europeus independentes levaram a cabo inúmeros ensaios para avaliar a influência da água da chuva na temperatura da cobertura, elaborando desta forma o fundamento do dimensionamento do isolamento térmico numa cobertura invertida, tal como está presente na norma EN ISO 6946.

Foi comprovado que a temperatura superficial interior da laje de suporte de uma cobertura invertida, durante fortes chuvadas, é inferior, como máximo, 1.5 °C relativamente à temperatura de uma cobertura plana convencional. Esta diferença de temperatura não tem influência nas condições ambiente do interior do edifício, nem produz fenómenos de condensação.

Para compensar as pequenas perdas de calor devidas à chuva que passa entre as placas ROOFMATE e a impermeabilização, poderá ser calculada (segundo a norma EN ISO 6946) uma espessura maior de isolamento tendo em mente que:

- »» O aumento de espessura pode ser absorvido, em muitos casos, pelas espessuras comerciais, que se incrementam de cm em cm. Por exemplo, com um cálculo “tradicional” poderá chegar-se a uma espessura de 5.2 cm e com o cálculo segundo a norma EN ISO 6946 poderia obter-se 5.8. Em ambos os casos, a espessura a instalar será de 6 cm. Na maior parte das situações, o aumento determinado pelo método de cálculo definido na norma EN ISO 6946 varia entre 2 e 10 milímetros. Normalmente, ou não será necessário aumentar a espessura, ou eventualmente aumentar 1 centímetro.
- »» Onde a pluviosidade seja especialmente alta, poderá ser aconselhável dimensionar 2 centímetros adicionais. Será de referir ainda que a espessura maior assim definida permite que, durante o período de aquecimento, nada se perca durante as alturas de chuva, tendo no entanto um desempenho melhorado na sua ausência.

## Considerações de projecto

### Precipitação média diária (p) nos meses de Outubro a Abril(\*)

Localidades	Precipitação média total Outubro a Abril (mm/dia)
Aveiro	3.8
Beja	2.4
Braga	5.7
Bragança	2.7
Castelo Branco	3.1
Coimbra	3.8
Évora	2.5
Faro	2.2
Guarda	3.5
Lisboa	3.1
Portalegre	3.5
Porto	4.8
Santarém	2.9
Setúbal	2.2
Viana do Castelo	5.4
Vila Real	4.3
Viseu	4.7
Ponta Delgada (Açores)	3.5
Santa Catarina (Madeira)	3.0

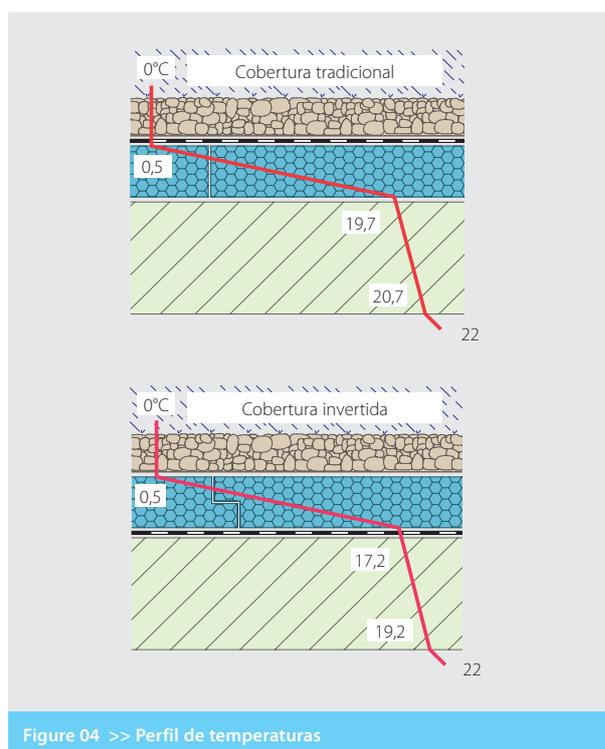


Figure 04 >> Perfil de temperaturas

## Controlo de condensações

Na cobertura invertida, a impermeabilização cumpre também o papel de barreira pára-vapor, uma vez que se encontra sob o isolamento térmico. Por conseguinte, o sistema de cobertura invertida permite eliminar qualquer risco de ocorrência do fenómeno de condensação intersticial, já que a membrana de impermeabilização / barreira pára-vapor mantém quente e as temperaturas muito acima da temperatura de ponto de orvalho. O método que permite analisar o risco de ocorrência de condensação baseia-se no desenho dos gráficos de perfil de temperaturas e de pressão de vapor (pressão de saturação e pressão real) correspondentes à cobertura. O procedimento de cálculo está descrito na norma europeia EN 13788, baseada, por sua vez, na norma alemã DIN 4108 (diagrama GLASER de pressões de vapor).

A informação necessária para a realização deste cálculo é a seguinte:

- » temperatura e condições higrotérmicas interiores e exteriores.

- » espessura de cada camada componente da cobertura.
- » condutibilidade térmica (ou resistência térmica) de cada camada componente da cobertura.
- » resistência à difusão do vapor de água de cada camada componente da cobertura.

Utilizando esta informação é possível obter o perfil de pressão de vapor através da cobertura. Se a linha de pressão real cruzar ou tocar a linha de pressão de saturação, haverá lugar a condensação na cobertura. Há que realçar que, quanto maior for a resistência à passagem de vapor de água de um material isolante, menor será o risco de condensação.

As placas de isolamento térmico ROOFMATE, à semelhança de todos os produtos STYROFOAM, apresentam a resistência à passagem de vapor mais elevada dentro do grupo dos materiais de isolamento térmico mais comuns em construção (factor  $\mu = 100$  a  $200$ , segundo a espessura da placa – a espessuras menores corresponderá um factor  $\mu$  superior).

## Impermeabilização

Graças à protecção adicional que o sistema de cobertura invertida assegura à membrana impermeabilizante, pode-se admitir qualquer solução de impermeabilização usada em cobertura tradicional, obtendo-se, para uma mesma membrana impermeabilizante, maior durabilidade. Quando se preveja a aplicação de uma lâmina sintética de PVC, deverá consultar-se o seu fabricante acerca da compatibilidade entre a sua formulação específica e o XPS. Na maior parte dos casos, será suficiente prever-se a colocação de uma camada de separação tipo geotêxtil de gramagem adequada. Como incompatibilidades conhecidas, não é aceitável a aplicação de sistemas de impermeabilização que contenham solventes

e que possam emití-los durante ou após a aplicação das placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS), assim como não será igualmente aceitável qualquer impermeabilização à base de alcatrão (embora sejam recomendáveis sistemas betuminosos). O intervalo de pendentes recomendadas é de 1% a 5%, chegando o limite superior a 10% no caso de protecção com lajetas sobre apoios pontuais. Pode ser admitida uma pendente inferior a 1% tendo em conta a adopção de soluções particulares de impermeabilização. Nos remates da impermeabilização com elementos emergentes da cobertura, a impermeabilização deve elevar-se pelo menos 150 mm acima da camada de protecção pesada.

## Comportamento mecânico

Como já referido anteriormente (“Requisitos de um isolamento térmico para coberturas planas invertidas”), em conjunto com os valores da resistência à compressão a “curto prazo”, há que considerar a fluência ou deformação a longo prazo sob carga permanente. Nos métodos de ensaio e cálculo para determinar a fluência (como a norma de ensaio

EN 1606) é admitida uma deformação máxima de 2% num prazo até 50 anos. Como em todos os produtos STYROFOAM, no caso das placas de isolamento térmico ROOFMATE SL-A assegura-se uma deformação a longo prazo, sob cargas permanentes, inferior ao limite admissível, estabelecendo um limite de carga permanente igual a 130 kPa

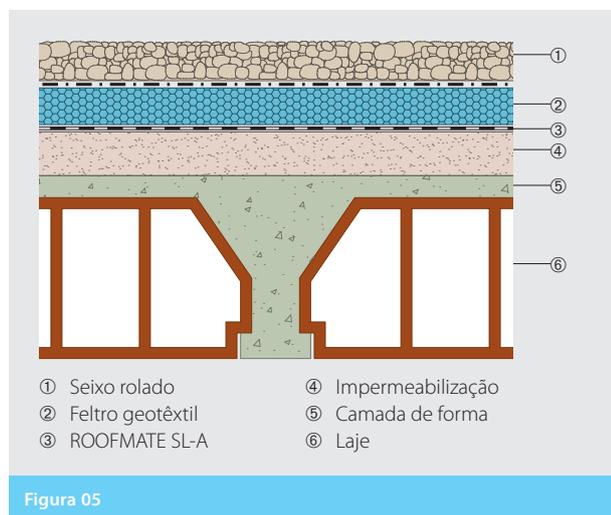
## Protecção pesada das placas ROOFMATE SL-A

Numa cobertura invertida, deve ser aplicada, sobre a superfície de isolamento térmico formada pelas placas ROOFMATE SL-A, uma protecção pesada cuja execução deve acompanhar a instalação das placas isolantes, e com o objectivo de:

- » proteger as placas isolantes das radiações ultravioletas.
- » evitar o levantamento das placas isolantes devido à acção do vento.
- » evitar a flutuação das placas isolantes provocada por uma eventual presença de grandes quantidades de água na cobertura.

### Coberturas não transitáveis (visitáveis para manutenção): seixo ou brita

A protecção da cobertura não acessível será constituída por uma camada de seixo rolado lavado de granulometria nominal 20/40 mm (solução preferencial) ou por uma camada de brita lavada de idêntica granulometria. A espessura desta camada de protecção não deve ser inferior a 50 mm. A título indicativo, refere-se que 50 mm de seixo ou brita representam uma carga que pode variar entre os 80 e os 100 kg/m<sup>2</sup>. Entre a camada de protecção e as placas de isolamento térmico, deve ser interposto um feltro sintético não-tecido (geotêxtil) de massa compreendida entre 100 e 150 g/m<sup>2</sup>. Este feltro, que deve ser permeável ao vapor de água e resistente à radiação ultravioleta, bem como compatível com o XPS, tem como funções a protecção mecânica das placas de isolamento em relação ao seixo ou brita, e a filtragem de elementos finos que poderiam acumular-se sobre a impermeabilização e contribuir para a sua degradação (fig. 05).

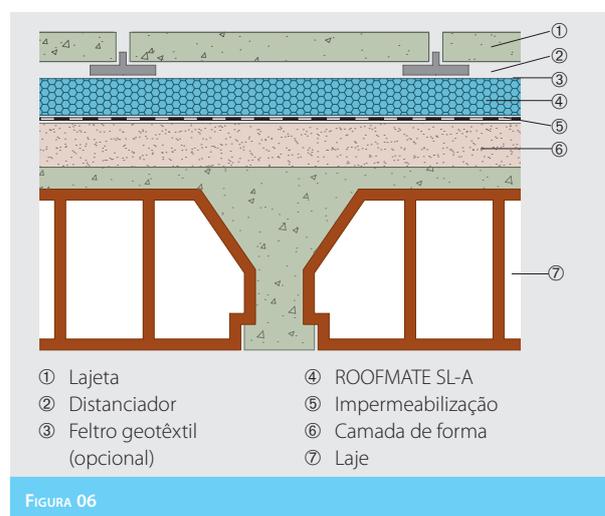


No caso de estarem previstas zonas de passagem habitual para trabalhos de manutenção, inspecção, etc. deverão ser instaladas lajetas de betão (podendo estar apoiadas sobre distanciadores ou sobre a camada de gravilha).

No caso do edifício possuir uma exposição especialmente forte a ventos, ou se for de grande altura, deverá ser aplicada no perímetro da cobertura, assim como nos encontros com elementos singulares uma protecção adicional com lajetas de betão (espessura mínima de 40 mm).

### Coberturas acessíveis à circulação e permanência de pessoas – lajetas pré-fabricadas

A protecção das coberturas acessíveis deve ser constituída por lajetas de betão sobre apoios pontuais com uma altura mínima de 20 mm e dimensionados de modo a que a pressão de contacto sobre as placas ROOFMATE SL-A seja inferior à resistência à compressão para uma deformação por fluência inferior a 2%, ou seja, 130 kPa (fig. 06).



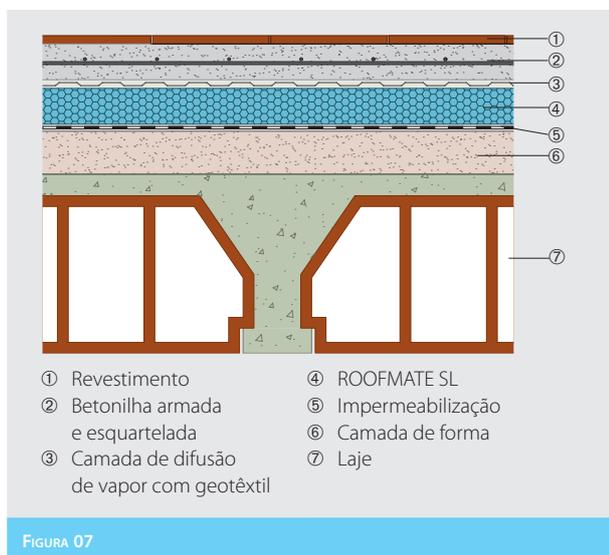
As lajetas deverão ser colocadas sobre os suportes formando juntas abertas entre si, de modo a permitir qualquer dilatação e facilitar a drenagem da água, assim como permitir também a ventilação do espaço de ar sob as referidas lajetas. Em alternativa, poderão ser consideradas lajetas assentes numa camada de 20 mm de gravilha aplicada sobre um feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m<sup>2</sup>, ou lajetas de betão providas de rasgos na face inferior que permitam o fácil escoamento das águas pluviais.

## Protecção pesada das placas ROOFMATE SL-A

### Coberturas acessíveis à circulação e permanência de pessoas – revestimentos aderidos

A utilização de revestimentos assentes em betonilhas ou argamassas como protecção pesada das placas ROOFMATE SL-A, sendo possível, exige um importante conjunto de cuidados. Efectivamente, a utilização de camadas contínuas sobre as placas ROOFMATE SL-A não é admissível, uma vez que camadas contínuas constituídas por argamassa ou betonilha poderão funcionar como barreira pára-vapor, implicando uma forte pressão de vapor com origem em humidades que possam penetrar no sistema (por capilaridade). Como consequência, podem verificar-se uma absorção de água adicional nas placas de isolamento, bem como uma tendência de fissuração da superfície de revestimento e acabamento.

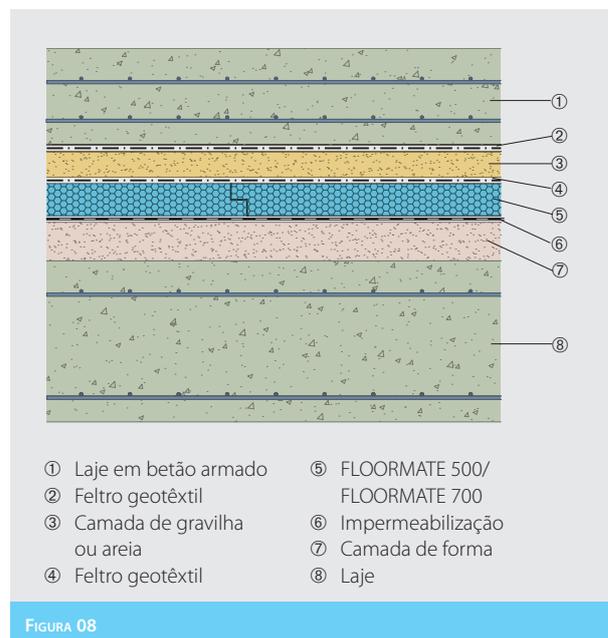
Por outro lado, um sistema contínuo indevidamente aplicado, agrava esta tendência de fissuração, dadas as acções a que estará sujeito por via dos diferenciais de temperatura. Assim, como forma de serem utilizados sistemas de revestimento aderidos deverão ser observados os seguintes requisitos (fig. 07):



- »» A utilização de uma camada de dispersão de vapor entre as placas de isolamento térmico e a massa de assentamento do revestimento. Esta camada poderá ser constituída por uma camada de seixo ou brita, com 20 mm de espessura; ou por uma manta drenante, que não constitua barreira pára-vapor, tenha resistência à compressão suficiente para suportar a camada de argamassa ou betonilha e que constitua zona preferencial de dispersão de vapor de água.
- »» A argamassa ou betonilha de assentamento do revestimento deve ter uma espessura mínima de 40 mm e ser armada.
- »» A superfície de argamassa ou betonilha de assentamento do revestimento deve ser esquadrelada. Estas juntas de dilatação, que têm como objectivo permitir a evacuação do vapor e possibilitar as dilatações resultantes da temperatura, devem ter uma espessura mínima de 5 a 10 mm e afastamento de 3.0 m

### Coberturas acessíveis à circulação e permanência de veículos

Para informação acerca do isolamento térmico de coberturas/parque de estacionamento, consultar a informação técnica da Dow sobre isolamento térmico de pavimentos, onde poderá encontrar as recomendações de aplicação das placas de isolamento térmico FLOORMATE 500-A e FLOORMATE 700-A (fig. 08).



## Protecção pesada das placas ROOFMATE SL-A



ROOFMATE SL-A – Cobertura ajardinada

### Coberturas ajardinadas

A protecção das coberturas ajardinadas compreende essencialmente as seguintes camadas:

- »» feltro sintético de protecção mecânica.
- »» camada drenante.
- »» camada filtrante.
- »» camada de suporte da vegetação (substrato) e respectiva vegetação.

A camada drenante, com uma espessura mínima de 100 mm, pode ser realizada com base em materiais granulares, como seixo rolado de granulometria 20 a 30 mm, aplicado sobre feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m<sup>2</sup>. A camada filtrante, que deve assegurar a retenção da camada suporte da vegetação e sobretudo dos seus elementos mais finos, deve ser

### Protecção ligeira: ROOFMATE LG-X

As diferentes protecções pesadas descritas no capítulo anterior implicam, geralmente, uma sobrecarga que representa pelo menos 80 kg/m<sup>2</sup>. Quando, por razões estruturais (quer em obra nova como em obra de recuperação ou reabilitação), seja intenção de projecto a utilização do sistema de cobertura invertida com o menor valor possível de sobrecarga, utilizar-se-ão as placas de isolamento térmico ROOFMATE LG-X. Estas placas têm um peso de 25 kg/m<sup>2</sup> e não requerem meios especiais para o seu manuseamento, uma vez que a sua leveza

permeável à água e ter uma boa resistência ao punçoamento e ao rasgamento. A título indicativo, podem-se indicar feltros de fibras de polipropileno ou poliéster. O substrato deve ter uma espessura adaptada ao tipo de vegetação prevista. Em geral, a espessura mínima desta camada é de cerca de 300 mm (fig. 09).

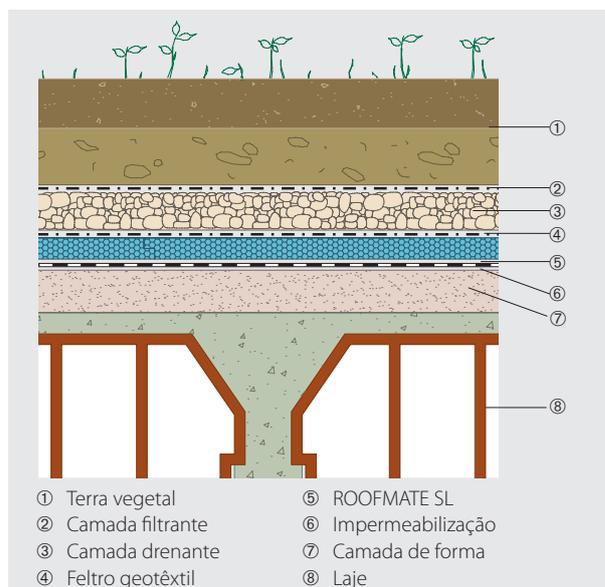


FIGURA 09

Poderá ainda ser equacionado um sistema extensivo, em que o substrato tem uma espessura que varia entre os 60 e os 120 mm. Neste caso, a vegetação não deverá necessitar de cuidados especiais nem de rega periódica (habitualmente, vegetação rasa).

permite que sejam manuseadas por uma pessoa.

As placas ROOFMATE LG-X são constituídas por uma base de isolamento térmico ROOFMATE e uma camada de argamassa com 10 mm de espessura, assente em toda a superfície da espuma de isolamento. O seu perfil macho-fêmea (nos bordos longitudinais) assegura um encaixe perfeito entre placas de ROOFMATE LG-X quando aplicadas. Uma cobertura isolada termicamente com placas de ROOFMATE LG-X oferece todas as vantagens da cobertura invertida e, adicionalmente:

## Protecção ligeira: ROOFMATE LG-X

- »» As placas podem ser utilizadas nos casos em que a estrutura da cobertura apenas possa suportar uma carga adicional mínima.
- »» Numa única operação são executados o isolamento térmico e o acabamento, sem haver a necessidade de aplicação de seixo ou brita, o que permite uma economia de mão-de-obra.
- »» Permite o acesso para manutenção sem a necessidade de instalação de lajetas de betão adicionais. Importa no entanto referir que as placas de isolamento térmico ROOFMATE LG-X não se destinam a ser aplicadas em coberturas acessíveis, mas apenas visitáveis.
- »» Na maior parte da superfície da cobertura, a junta macho-fêmea (que proporciona um bom encaixe se as placas forem bem encostadas) e o peso das placas ROOFMATE LG-X são factores suficientes para evitar o efeito de levantamento provocado pela sucção originada por ventos fortes.
- »» Nas zonas de perímetro e de encontro com elementos emergentes (clarabóias, chaminés, casas de maquinaria, etc.) deve ser criado um peso adicional, como forma de complementar o disposto no parágrafo anterior e assegurar a total segurança contra a acção do vento. Este peso adicional pode ser criado de duas formas:

As placas ROOFMATE LG-X podem ser aplicadas com pendentes que variem de 1% a 5%. No perímetro da cobertura, os bordos das placas ROOFMATE LG-X devem ser protegidos contra a radiação solar e a acção do vento que possa implicar uma tendência de levantamento. Os muretes de periferia devem ter uma altura mínima de 50 mm a partir da superfície superior das placas de isolamento. ROOFMATE LG-X e a acção de sucção provocada por vento:

- Através da colocação de lajetas de betão (com 600 x 600 x 50 mm), a formar um percurso fechado.
- Através de uma fixação mecânica ou colagem das placas.

A superfície de argamassa das placas ROOFMATE LG-X poderá, em circunstâncias específicas e pontuais, apresentar algumas fissuras que, no entanto, não contrariam o propósito de fornecer uma protecção ligeira à base isolante e não implicam nenhuma degradação, térmica ou mecânica, da base em XPS.

## Especificação

O isolamento térmico da cobertura plana, aplicado sobre o sistema de impermeabilização conforme sistema de cobertura plana invertida, será realizado com placas rígidas de poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE SL-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/m°C, uma resistência mínima à compressão de 300 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E. O acabamento da cobertura será conforme condições específicas. Devem ser observadas as disposições do Documento de Homologação

DH 779 (LNEC). O isolamento térmico da cobertura plana aligeirada, aplicado sobre o sistema de impermeabilização conforme sistema de cobertura plana invertida, será realizado com placas ROOFMATE LG-X, compostas por uma base em espuma rígida de poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.029 W/m°C, uma densidade mínima de 35 Kg/m<sup>3</sup>, uma resistência mínima à compressão de 300 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E e por uma camada de protecção ligeira em argamassa modificada.

## Instalação

### ROOFMATE SL-A

- »» A colocação das placas ROOFMATE SL-A deverá ser feita imediatamente após executado o sistema de impermeabilização.
- »» As placas de isolamento térmico ROOFMATE SL-A são dispostas directamente por cima da impermeabilização sem qualquer forma de fixação (fig. 10).

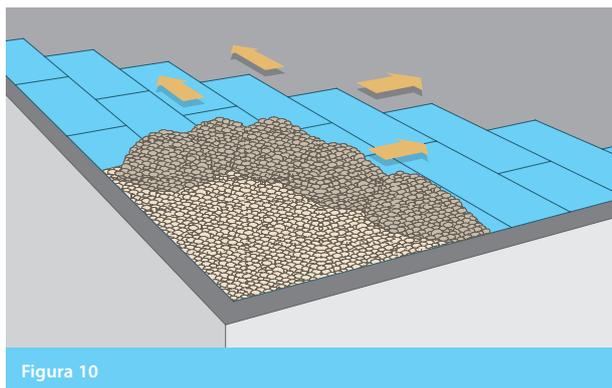


Figura 10

- »» Quando, pela natureza da membrana de impermeabilização, exista o risco de aderência total entre o isolamento térmico e a impermeabilização, recomenda-se a interposição de um feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m<sup>2</sup>.
- »» As placas de isolamento térmico devem ser aplicadas numa única camada, com juntas transversais desencontradas e devem ficar bem encostadas umas às outras.
- »» No encontro com pontos singulares onde a cobertura tenha aberturas (clarabóias, ralos, chaminés, etc.), as placas ROOFMATE SL-A podem adaptar-se mediante cortes ou orifícios facilmente executados com ferramentas tradicionais de carpintaria ou um instrumento cortante (fig. 11).

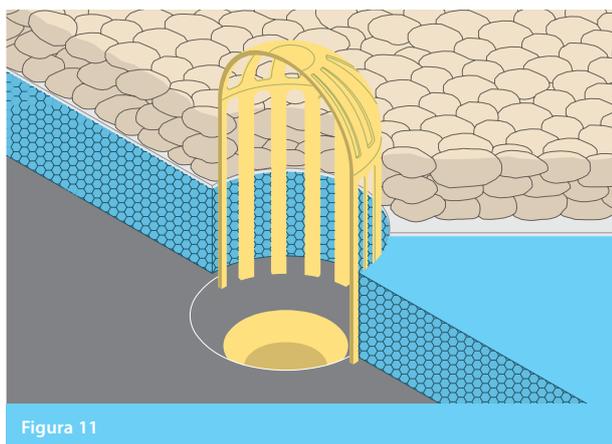


Figura 11

- »» Na união com platibandas e muretes, as placas devem adaptar-se através de um corte em bisel, de forma a reduzir ao máximo o efeito de eventuais pontes térmicas (fig. 12).

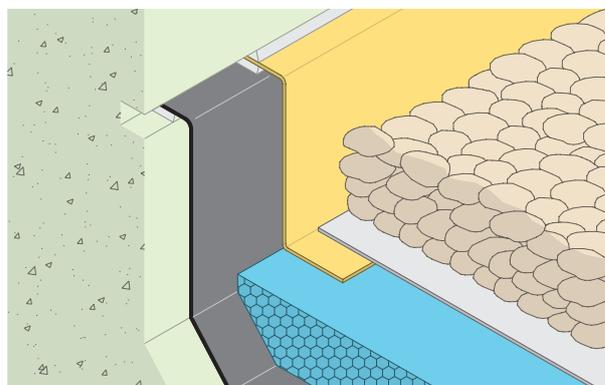


Figura 12

- »» Dada a leveza das placas ROOFMATE SL-A, a aplicação da protecção pesada deve acompanhar a aplicação das placas isolantes.
- »» Deve ser empregue um feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m<sup>2</sup> entre a protecção pesada e as placas de isolamento térmico para evitar a formação de depósitos de sujidade sobre a membrana impermeabilizante e para proteger o XPS contra a eventual acção da radiação ultravioleta (fig. 13).

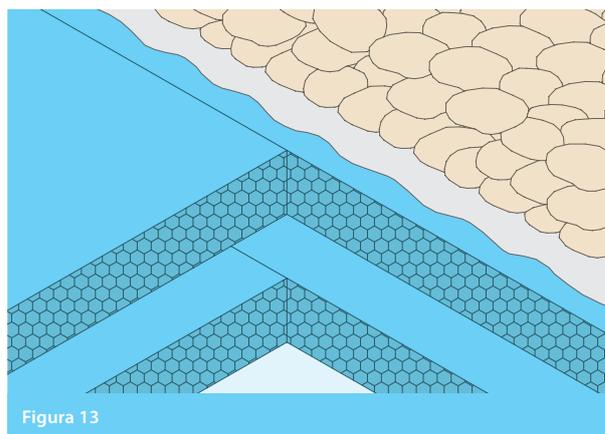


Figura 13

## Instalação

### ROOFMATE LG-X

- »» A colocação das placas ROOFMATE LG-X deverá ser feita imediatamente após executado o sistema de impermeabilização.
- »» As placas de isolamento térmico ROOFMATE LG-X são dispostas directamente por cima da impermeabilização sem qualquer forma de fixação.
- »» Quando, pela natureza da membrana de impermeabilização, exista o risco de aderência total entre o isolamento térmico e a impermeabilização, recomenda-se a interposição de um feltro sintético não-tecido com 100 a 150 g/m<sup>2</sup>.
- »» As placas de isolamento térmico devem ser aplicadas com juntas transversais desencontradas e devem ficar bem encostadas umas às outras. As placas situadas nos extremos de cada fiada não devem ser cortadas ou, como mínimo, apresentar um comprimento igual a metade do comprimento total de uma placa ROOFMATE LG-X. Quando tal não for possível, o troço de placa sobranete deve ser aplicado na zona central da cobertura.
- »» Na entrega com pontos singulares onde a cobertura tenha aberturas (clarabóias, ralos, chaminés, etc.), as placas ROOFMATE LG-X podem adaptar-se mediante cortes ou orifícios facilmente executados com uma serra radial. Deve ser deixada uma junta entre a placa e o elemento emergente com 5 mm (fig. 14).

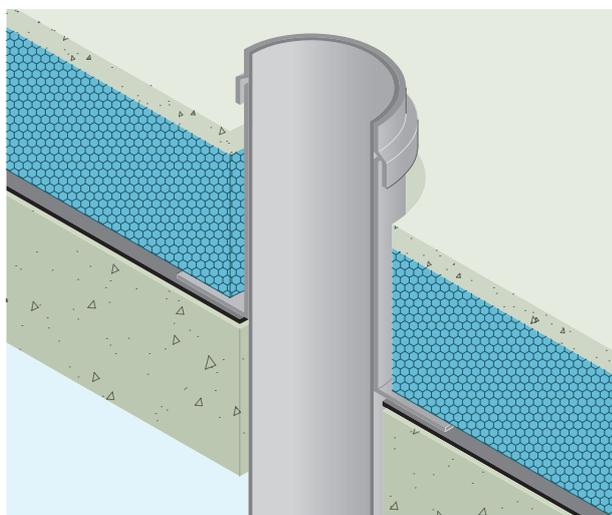


Figura 14

- »» Na união com platibandas e muretes, as placas devem adaptar-se através de um corte em bisel, de forma a reduzir ao máximo o efeito de eventuais pontes térmicas (fig. 15).

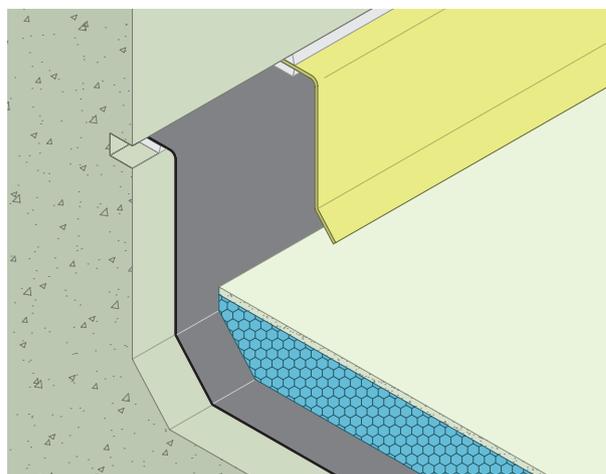


Figura 15

- »» Na zona de alteração de pendente, a argamassa de revestimento das placas deve ser cortada com uma serra radial ao longo da linha de alteração de pendente. Desta forma reduz-se a acção de flexão do painel isolante (fig. 16).

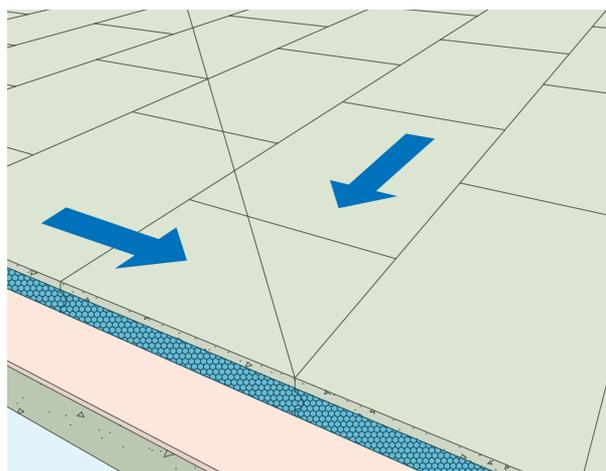


Figura 16

- »» Como indicado no capítulo “Considerações de projecto – Protecção ligeira”, deve ser colocado um peso adicional ou executada uma fixação suplementar na fiada de placas situada no perímetro da cobertura ou junto aos elementos singulares e emergentes.

## Normas, certificação e homologações

### Principais referências normativas:

- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios.
- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios e que substitui o Decreto-Lei no 40/90 a partir de Julho de 2006.
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiência energética de edifícios
- »» Directiva 89/106/CE sobre produtos para a construção
- »» EN 13164. Produtos de isolamento térmico para aplicação na construção. Produtos produzidos em poliestireno extrudido (XPS) – Especificação

### Marcação CE

- »» Conformidade com a norma EN 13164 para todos os produtos de XPS fabricados pela Dow na Europa

### Homologações

- »» Homologação com certificação: Documento de Homologação DH 779, ROOFMATE SL-A – Sistema de Isolamento Térmico de Coberturas em Terraço, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Dezembro de 2004.

### Certificado de produto

Marca AENOR concedida ao produto ROOFMATE SL-A produzido nas fábricas de Estarreja e Billbau, segundo norma EN 13164

## Precauções de utilização

As placas de isolamento térmico ROOFMATE sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. A temperatura máxima de trabalho, em serviço permanente, é de 75°C.

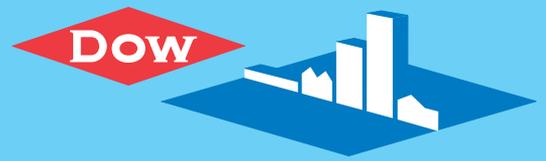
As placas ROOFMATE, em contacto directo com substâncias ou materiais que contenham componentes voláteis, ficam expostas ao ataque de solventes. Ao seleccionar uma cola ou outro meio aderente, devem ser tidas em conta as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua compatibilidade com a espuma de poliestireno.

As placas ROOFMATE podem ser armazenadas ao ar livre. Não são afectadas por chuva, neve ou gelo. A sujidade

acumulada pode ser facilmente lavada. Se as placas são armazenadas por um longo período de tempo, devem ser protegidas da luz solar directa, de preferência na sua embalagem original.

As placas ROOFMATE contêm um aditivo retardante de chama a fim de evitar a ignição acidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso. Todas as classificações relativas à reacção ao fogo baseiam-se em ensaios realizados em pequena escala e poderão não reflectir a reacção do material perante condições de fogo real.





## Dow - Soluções para a Construção



### Isolamento térmico de coberturas inclinadas

**ROOFMATE PT-A**  
**ROOFMATE TG-A**

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## Introdução

Esta secção fornece informação sobre as placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A, e constitui um guia para o desenho e execução de coberturas inclinadas isoladas termicamente com estes materiais, tanto em obra nova como em reabilitação.



Aldeia de Monsanto

## Isolar coberturas inclinadas

A cobertura de um edifício tem uma contribuição decisiva para o conforto e o abrigo que o espaço interior deve proporcionar. Um dos factores que concorrem para estas funções da cobertura é o isolamento térmico. De facto, não é possível obter conforto interior sem a função térmica do conforto estar analisada e tratada. A necessidade de isolar termicamente a cobertura dum edifício torna-se particularmente evidente ao verificarmos que a cobertura, de todos os elementos da envolvente, é aquele que se encontra mais exposto, tanto no Inverno (estação de aquecimento), como especialmente no Verão (estação de arrefecimento). De facto, o efeito da radiação solar provoca um aumento da temperatura superficial dos elementos de revestimento (telhas) face à temperatura do ar, podendo a diferença entre estes dois valores de temperatura atingir 15 °C (p.ex.: estando a temperatura do ar a 35 °C, a temperatura superficial das telhas poderá atingir os 50 °C). Assim, o diferencial de temperatura que deve estar na base do cálculo térmico da envolvente é maior, sendo certo que, quanto maior for a diferença de temperatura entre exterior (neste caso a temperatura superficial do revestimento) e interior, maior será o fluxo de calor que tende a atravessar a cobertura (no sentido exterior – interior, uma vez que se analisa a situação de Verão), e maiores serão os ganhos de calor, precisamente na estação em que se pretende evitá-los. Um isolamento térmico adequado e correctamente aplicado,

diminui drasticamente aquele fluxo de calor, o que implica uma enorme diminuição dos ganhos de calor.

Numa cobertura inclinada, a posição da camada de isolamento térmico tem importantes consequências no seu desempenho. De uma forma geral, poder-se-ão considerar três posições distintas para a aplicação da camada de isolamento térmico:

- » no lado exterior da vertente inclinada.
- » no lado interior da vertente inclinada.
- » na esteira, permanecendo o desvão não isolado.

No entanto, será sempre mais vantajosa a colocação do isolamento no lado exterior da vertente inclinada, aplicado sobre a estrutura. É assim possível:

- » tirar partido da inércia térmica da estrutura (especialmente de estruturas contínuas - laje maciça ou aligeirada).
- » a estrutura fica protegida das variações de temperatura, uma vez que está no lado isolado do edifício.
- » criam-se condições para se poder habitar o espaço do desvão, havendo um maior aproveitamento do volume edificado.

De facto, a colocação do isolamento térmico sob a vertente inclinada ou sobre a esteira não permitiria o aproveitamento da inércia térmica da estrutura e, no último caso, não existiriam condições de habitabilidade do espaço do desvão.

## Requisitos de um isolamento térmico para coberturas inclinadas

Como requisitos gerais, e tendo em conta que o principal requisito que um isolamento térmico deve ter é a sua capacidade de isolar, mencionam-se:

Resistência mecânica a longo prazo, com suficiente margem de segurança, face às cargas de diversas naturezas a que estará submetido o isolamento (incluindo o manuseamento em obra), para que as placas mantenham as suas propriedades inalteradas, como a sua espessura. Exemplos de cargas e esforços mecânicos numa cobertura inclinada são: as cargas gravitacionais do próprio telhado (telhas e argamassas de aderência ou apoio) e de utilização; o vento, que origina cargas à compressão, mas também efeitos de sucção. Insensibilidade à humidade, para que não se alterem as propriedades de isolamento térmico originais das placas. De facto, as placas de isolamento térmico aplicadas sobre a estrutura estarão sujeitas à acção da humidade proveniente de pequenas infiltrações que ocorram por capilaridade das telhas, ou por uma indesejável (mas possível) entrada de água, originada por uma telha partida, etc. As placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A, pelas suas propriedades, cumprem com uma enorme margem de segurança estes requisitos. Nas coberturas inclinadas com suporte contínuo (laje maciça ou aligeirada), as telhas são apoiadas em ripados ou cordões de argamassa que se executam sobre as placas de isolamento térmico.

Neste caso, as placas de isolamento devem:

- » garantir uma boa aderência dos ripados ou cordões de argamassa.
- » permitir uma adequada estabilidade do sistema face às acções do vento.

Nas coberturas inclinadas com suporte descontínuo (estrutura em vigas ou barrotes de madeira, em vigotas de betão pré-esforçado ou em vigas metálicas), as telhas são apoiadas num sistema de contra-ripado e ripado que é fixo à estrutura através das placas de isolamento térmico. Neste caso, as placas de isolamento devem:

- » resistir à fixação do sistema de contra-ripado e ripado.
- » resistir à acção de flexão existente dado que as placas, não dispendo de um suporte contínuo apenas possuem dois apoios (como mínimo).



ROOFMATE PT-A – Execução de ripados

## ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A, a solução STYROFOAM para coberturas inclinadas

Com grande resistência à compressão de modo a resistirem a todas as solicitações de carga numa cobertura inclinada. Insensíveis à água e humidade, o que lhes permite estarem expostas à água da chuva e a todo o tipo de difíceis condições climatéricas. Elevada resistência à difusão de vapor de água (factor  $\mu = 100$  a 200), de modo que é reduzido ao mínimo o risco de ocorrência de condensações. Excelente condutibilidade térmica (muito baixa),  $\lambda$ : 0.035 W/mK ou 0.031 kcal/hm°C (valor declarado segundo

norma harmonizada EN 13164). Classificação Euroclasse E de reacção ao fogo, segundo a norma EN 13501-1.

### ROOFMATE PT-A – coberturas inclinadas com suporte contínuo

As placas ROOFMATE PT-A, graças às suas excelentes propriedades mecânicas, são produzidas com uma superfície canelada numa das faces para permitir uma correcta aderência dos ripados ou cordões de argamassa.

## ROOFMATE PT-A e ROOFMATE TG-A, a solução STYROFOAM para coberturas inclinadas

### ROOFMATE TG-A – coberturas inclinadas com suporte descontinuo

As placas ROOFMATE TG-A, à semelhança de todos os produtos STYROFOAM, têm uma excelente resistência à compressão, de modo a permitir uma adequada fixação do sistema de contra-ripado e ripado.



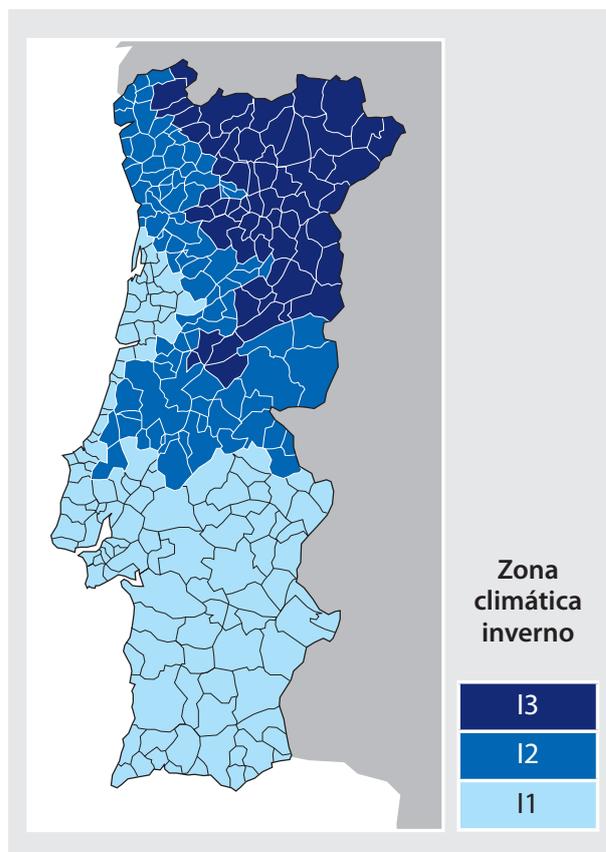
ROOFMATE PT-A – Aplicação de telha com cordões de argamassa

## Considerações de projecto

### Controlo térmico

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projecto de edifícios novos e de grandes remodelações, de forma a salvaguardar as necessidades de conforto sem recurso a consumos excessivos de energia, assim como garantir a minimização de efeitos patológicos derivados de condensações nos elementos da envolvente. No entanto, a alteração de alguns pressupostos que serviram de base a este diploma (tal como o aumento de exigências a nível de conforto e o crescente recurso a equipamentos de climatização), assim como a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios de forma a reduzir os seus consumos de energia e consequentes emissões de gases que contribuem para o aquecimento global, levaram a que este regulamento fosse revisto sendo as exigências actualizadas para o contexto energético actual. Esta revisão é também um requisito da directiva 2002/91/CE do parlamento europeu referente à eficiência energética dos edifícios. A revisão acima referida, deu origem ao “novo” Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, que entre outras alterações apresenta também novos valores de Coeficientes de transmissão

térmica (U) para as coberturas. No Anexo IX do RCCTE são indicados os valores dos coeficientes de transmissão térmica U, de referência e máximos admissíveis, em função das zonas climáticas (definidas no Anexo III) e do tipo de envolvente.



## Considerações de projecto

### Valores dos coeficientes de transmissão térmica U (W/m<sup>2</sup>C), de referência e máximos admissíveis.

#### Envolvente horizontal

	Zona climática					
	I1		I2		I3	
	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx
Elementos exteriores em zona corrente (coberturas)	0,50	1,25	0,45	1,00	0,40	0,90
Elementos interiores em zona corrente (tectos ou pavimentos)	1,00	1,65	0,90	1,30	0,80	1,20

Os valores de U acima mencionados são facilmente satisfeitos na envolvente opaca horizontal de edifícios utilizando placas de isolamento térmico ROOFMATE, e considerando todas as soluções construtivas de coberturas.

#### INÉRCIA TÉRMICA:

Ao aplicar as placas de isolamento térmico ROOFMATE sobre o suporte estrutural da cobertura inclinada (pelo exterior), é aproveitada ao máximo a capacidade calorífica dos materiais do suporte que, assim, contribuem com toda a eficácia possível para a inércia térmica do edifício. Consequentemente, melhora-se a estabilidade da temperatura interior frente às alterações da temperatura exterior, evitando o risco de condensação inerente a eventuais descontinuidades no isolamento térmico da cobertura (pontes térmicas). Estas descontinuidades devem, no entanto, ser evitadas.

#### VENTILAÇÃO:

É extremamente importante que exista uma ventilação adequada sob as telhas. Esta ventilação tem essencialmente três objectivos:

- »» Permitir uma circulação de ar suficiente que evite o levantamento de telhas em situações de vento forte. De facto, com vento forte, cria-se uma acção de sucção à superfície das telhas que tem origem na repentina diferença de pressão do ar. O espaço de ventilação sob as telhas permite que esta diferença de pressão seja compensada, através da passagem de ar para o exterior, contrariando assim aquela acção de sucção.

- »» Contribuir para uma secagem mais rápida da humidade das telhas. Em situações de chuva ou forte humidade, as telhas absorvem humidade (em quantidade dependente do tipo de telha e da zona) que origina uma aceleração do seu desgaste, sobretudo em zonas onde se verificam temperaturas muito baixas que conduzem ao congelamento desta humidade. O espaço de ventilação sob as telhas, ao permitir uma secagem mais rápida desta humidade, contribui para a durabilidade das telhas e do seu bom desempenho.
- »» Diminuir a diferença de temperatura entre as duas faces da camada de isolamento térmico (em situações de isolamento aplicado sobre o elemento estrutural da cobertura). Ao estar ventilado, o espaço sob as telhas apresentará temperaturas um pouco inferiores, melhorando a eficácia térmica do sistema. A menor diferença de temperatura interior/exterior, ao contribuir para estabilizar termicamente a construção, é um factor que se reveste de maior importância em coberturas com estrutura de fraca inércia térmica.

#### Controlo de condensações

Numa cobertura inclinada, o controlo das condensações torna-se imprescindível para o bom funcionamento e durabilidade das telhas. De facto, e como referido anteriormente, deve ser evitada qualquer humidade que possa surgir sob as telhas. Ainda que existam condições climatéricas que agravam o problema (ambientes costeiros ou zonas com presença de muita humidade), o risco de ocorrência de condensações intersticiais, sobretudo

## Considerações de projecto

sob a telha, é essencialmente devido ao fluxo de vapor que, por difusão, se desloca do ambiente com maior pressão de vapor (o interior) ao de menor pressão (o exterior). Consequentemente, a aplicação de um isolamento térmico sob a telha que tenha uma elevada resistência à passagem de vapor, como as placas ROOFMATE (factor  $\mu = 100$  a  $200$ ), será uma forma eficiente e fácil de evitar a ocorrência de condensações que podem afectar as telhas. O método que permite analisar o risco de ocorrência de condensação baseia-se no desenho dos gráficos de perfil de temperaturas e de pressão de vapor (pressão de saturação e pressão real) correspondentes à cobertura.

O procedimento de cálculo está descrito na norma europeia EN 13788, baseada, por sua vez, na norma alemã DIN 4108 (diagrama GLASER de pressões de vapor). A informação necessária para a realização deste cálculo é a seguinte:

- » temperatura e condições higrótérmicas interiores e exteriores.
- » espessura de cada camada componente da cobertura.
- » condutibilidade térmica (ou resistência térmica) de cada camada componente da cobertura.
- » resistência à difusão do vapor de água de cada camada componente da cobertura.

Utilizando esta informação é possível obter o perfil de pressão de vapor através da cobertura. Se a linha de pressão real cruzar ou tocar a linha de pressão de saturação, haverá lugar a condensação na cobertura. De realçar que aquilo que foi anteriormente descrito acerca da necessidade de ventilação sob as telhas é também factor decisivo para o controlo das condensações. A aplicação de uma barreira pára-vapor sob as placas de isolamento térmico será o maior garante da não existência de condensações na cobertura.

O isolamento da cobertura deverá ser contínuo, incluindo zonas de cumeeira e laró, como forma de serem evitadas as consequências das pontes térmicas que existiriam numa situação de descontinuidade do isolamento térmico.

### Impermeabilização

A principal função das telhas, numa cobertura inclinada, é precisamente a de impermeabilidade. No entanto, e dependendo da inclinação da cobertura, as telhas poderão

não constituir garantia suficiente para a função de estanquidade da cobertura. Efectivamente, é geralmente aceite que, em inclinações inferiores a  $20^\circ$  (36%), torna-se necessária a aplicação de um sistema de impermeabilização que complemente a função de estanquidade das telhas. Nesta ordem de inclinações, admite-se que possa haver entrada de água pela junta das telhas, sobretudo em situações de vento forte. De referir, no entanto, que será sempre aconselhável a instalação de um sistema complementar de impermeabilização, como forma de protecção contra a entrada de água causada por eventuais deslocações ou fissurações nas telhas, ou ainda pela existência de uma telha quebrada. O sistema complementar de impermeabilização deverá ser aplicado sob as placas de isolamento térmico, como forma de se tirar partido das vantagens do sistema de cobertura invertida (consultar informação técnica "Soluções STYROFOAM - Isolamento térmico de coberturas planas invertidas").

- » Coberturas inclinadas com suporte contínuo: o sistema de impermeabilização deve ser aplicado sobre a laje que deverá estar devidamente regularizada. São em seguida aplicadas as placas de isolamento térmico ROOFMATE PT-A e executado o restante trabalho da cobertura (consultar o capítulo "Instalação").
- » Coberturas inclinadas com suporte descontínuo: neste caso, será necessária a aplicação de um elemento que constitua uma base adequada para o sistema de impermeabilização. Pode ser considerada, a título de exemplo, a instalação de placas de contraplacado marítimo, fixas à estrutura, sobre as quais se executa a impermeabilização. São em seguida aplicadas as placas de isolamento térmico ROOFMATE TG e executado o restante trabalho da cobertura (consultar o capítulo "Instalação").

Em princípio, pode-se admitir qualquer solução de impermeabilização. No entanto, e quando se preveja a aplicação de uma lâmina sintética de PVC, deverá consultar-se o seu fabricante acerca da compatibilidade entre a sua formulação específica e o XPS. Na maior parte dos casos, será suficiente prever-se a colocação de um feltro sintético não-tecido (polyester,

## Considerações de projecto

polipropileno) de massa unitária superior a 100 g/m<sup>2</sup>, a colocar entre a lâmina de PVC e o XPS.

Como incompatibilidades conhecidas, refira-se não ser aceitável a aplicação de sistemas de impermeabilização que contenham solventes e possam emití-los durante ou após a aplicação das placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE, assim como não será igualmente aceitável qualquer impermeabilização à base de alcatrão (embora sejam recomendáveis sistemas betuminosos).

### Sistema de apoio das telhas

- »» Coberturas inclinadas com suporte contínuo: uma das faces das placas de isolamento térmico ROOFMATE PT-A apresenta uma superfície canelada que se destina a receber os ripados ou cordões de argamassa de apoio às telhas. Nunca se deverão dispensar estes elementos em argamassa, não sendo aceitável a instalação das telhas directamente sobre as placas de isolamento térmico. Este apoio directo implicaria a inexistência de espaço de ventilação sob as telhas o que, como referido no capítulo "Controlo térmico – ventilação", origina não só um envelhecimento precoce das telhas, como impede a circulação de ar imprescindível como reacção à sucção provocada por vento.
- »» Estes ripados ou cordões em argamassa deverão ter dimensões aproximadas de 30 mm de altura e 100 mm de largura.

- »» Uma alternativa possível aos ripados de argamassa é a aplicação de ripados pré-fabricados. Neste caso, as placas de isolamento térmico devem ser dispostas sobre o suporte com os canaletes na direcção perpendicular à linha de cumeeira (ao contrário do que acontece com ripados executados in-situ, em que as placas são dispostas com os canaletes na direcção paralela à linha de cumeeira).
- »» Coberturas inclinadas com suporte descontínuo: o sistema de contra-ripado e ripado é executado sobre as placas ROOFMATE TG-A e fixo à estrutura através de pregos ou parafusos.

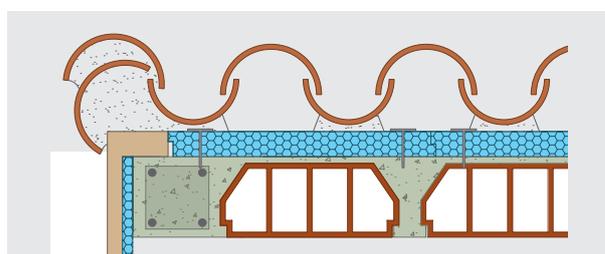


Figura 01

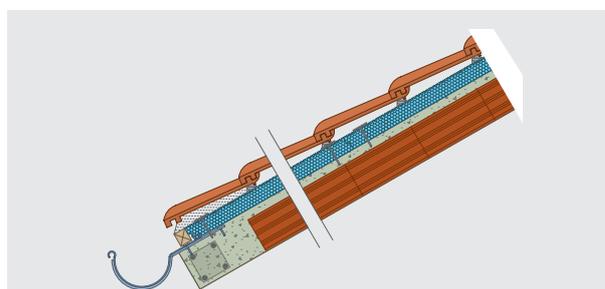


Figura 02

## Especificação

### Coberturas inclinadas com suporte contínuo

O isolamento térmico da cobertura inclinada com estrutura contínua e desvão útil, aplicado sobre a laje inclinada, será em placas rígidas de poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE PT-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 300 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

### Coberturas inclinadas com suporte descontínuo

O isolamento térmico da cobertura inclinada com estrutura descontínua e desvão útil, fixo sobre ou sob os elementos estruturais de uma forma contínua, será em placas rígidas de poliestireno extrudido (XPS) ROOFMATE TG-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 300 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

## Instalação

### ROOFMATE PT-A

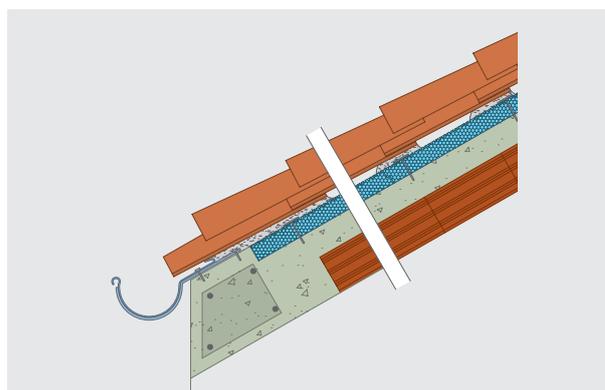
A laje não deve apresentar irregularidades que impeçam a boa aplicação das placas de isolamento térmico. Executa-se um dente de apoio e travamento na zona de beirado e nas restantes zonas periféricas da cobertura que se destina a receber as fiadas periféricas de placas ROOFMATE PT-A.

Este travamento, que tem por objectivo evitar o deslizamento da camada de isolamento, poderá ser de argamassa ou madeira. É conveniente a execução de orifícios na espessura deste elemento de travamento (na zona de beirado) como forma de serem drenadas humidades que possam eventualmente acumular-se. Recomenda-se iniciar a aplicação das placas de isolamento pela zona de beirado, seguindo a aplicação na direcção da pendente até à linha de cumeeira.

As placas são dispostas com os canaletes na direcção paralela à linha de cumeeira (ripados de apoio à telha executados in-situ) ou com os canaletes na direcção perpendicular à linha de cumeeira (ripados de apoio à telha pré-fabricados) e com juntas transversais desencontradas, de forma a existir um bom travamento e distribuição de cargas.

Fixação das placas de isolamento:

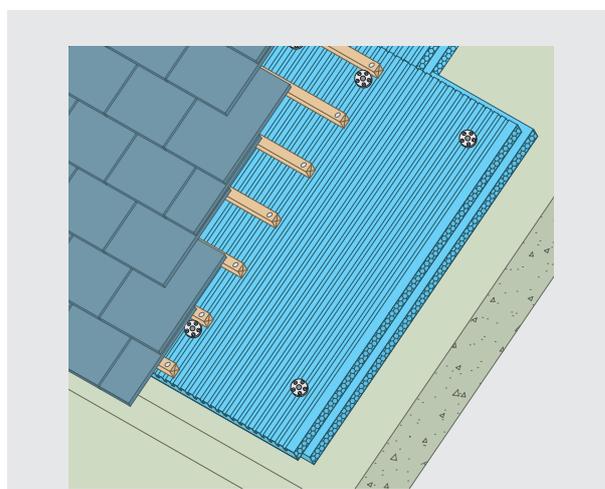
- »»» Fixações mecânicas (tipo bucha plástica para isolamento térmico, com 9 cm de comprimento para placas de isolamento entre 40 e 60 mm de espessura, de 6 cm para placas de 35 mm) no caso de inclinações até 45° (100%).
- »»» Como esquema para as fixações mecânicas, para uma situação normal de exposição ao vento, pode considerar-se o seguinte:
- »»» 4 fixações por placa, colocadas a cerca de 15 cm dos cantos, na primeira fiada de placas ao longo de todo o perímetro da água e junto a encontros com elementos singulares.
- »»» 2 fixações por placa na restante superfície da cobertura.
- »»» Meios aderentes compatíveis com o poliestireno extrudido para inclinações até 30° (57%).
- »»» Para inclinações superiores a 45° (100%), é necessária a fixação mecânica, sendo recomendável a fixação em seis pontos por placa.



ROOFMATE PT-A – Telha argamassada (corte)

Após instalada a superfície de isolamento térmico ROOFMATE PT-A, executa-se o sistema de apoio às telhas (que nunca deverá ser dispensado) em ripados ou cordões de argamassa executados in-situ. Estes ripados ou cordões em argamassa deverão ter dimensões aproximadas de 30 mm de altura e 100 mm de largura e deverão ser executados de forma a penetrarem bem nos canaletes das placas de isolamento. Deve ainda fazer-se um esquadramento dos ripados ou cordões com o objectivo de se evitarem fissuras devidas à acção térmica.

Uma opção alternativa será a aplicação de ripados pré-fabricados, que são instalados sobre as placas ROOFMATE PT-A (com os canaletes na direcção perpendicular à linha de cumeeira) e fixos ao suporte estrutural. Finalmente, são colocadas as telhas que poderão ser cerâmicas ou de betão.



ROOFMATE PT-A – Ripados pré-fabricados

## Instalação



ROOFMATE PT-A – Telha argamassada

### ROOFMATE TG-A

Depois de executada a estrutura, faz-se a aplicação das placas de isolamento térmico ROOFMATE TG-A, que são fixas através de sistema adequado ao tipo de estrutura.

Fixação das placas de isolamento:

»» Estrutura em madeira: As placas ROOFMATE TG-A são aplicadas sobre a estrutura e poderão ser fixas directamente através de pregos ou parafusos auto-perfurantes, sendo ainda necessária a utilização de uma anilha com um diâmetro superior a 30 mm; em alternativa, poderão as placas ser fixas através da fixação do contra-ripado a aplicar sobre as placas ROOFMATE TG-A. Nos casos em que se instale uma superfície contínua para apoio de um sistema de impermeabilização, a fixação é executada da mesma forma, atravessando esta superfície.

Os produtos utilizados no tratamento das madeiras devem ser compatíveis com a espuma de poliestireno extrudido (XPS), pelo que se recomenda a consulta aos fabricantes destes produtos.

Não são aceitáveis produtos que contenham solventes.

»» Estrutura em vigotas pré-fabricadas de betão ou perfis metálicos: As placas ROOFMATE TG-A são aplicadas sobre a estrutura através de grampos/abraçadeiras, de modo a que não sejam perfurados os elementos estruturais. Como alternativa (de recurso) poderão ser utilizados parafusos auto-perfurantes com uma anilha de diâmetro superior a 30 mm.

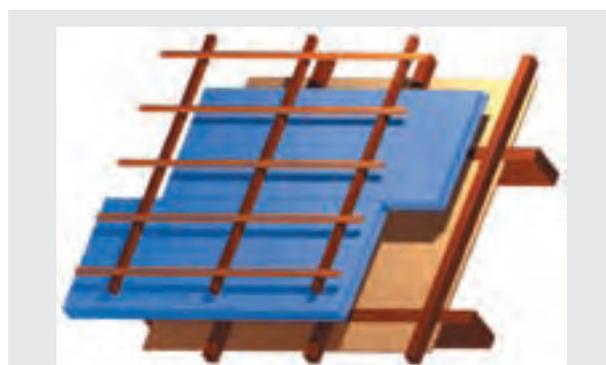
Em qualquer dos casos:

- »» Cada placa deve ter sempre dois apoios (por forma a ter quatro pontos de fixação, dois em cada apoio), pelo que a distância a eixo entre apoios não deverá ser superior a 1,25m, medida que corresponde a metade do comprimento da placa (2,50m).
- »» É extremamente importante que a superfície de isolamento térmico com ROOFMATE TG-A seja contínua. A interrupção do isolamento na estrutura implica a existência de pontes térmicas, originando zonas preferenciais de condensações.
- »» As placas são aplicadas com as juntas transversais desencontradas para que exista um adequado travamento da superfície de isolamento térmico.

É também possível a aplicação das placas ROOFMATE TG-A sob a estrutura. No entanto, neste caso a estrutura permanece do lado não isolado, não beneficiando das vantagens em estar protegida das variações da temperatura exterior.



ROOFMATE TG-A



ROOFMATE TG-A – Coberturas com suporte descontinuo

## Instalação

Aplicada sob a estrutura, a camada de isolamento térmico pode estar associada a uma sistema de forro ou tecto falso. Nos casos em que se aplique um sistema de impermeabilização da cobertura, será executada uma superfície contínua de suporte à impermeabilização,

seguida da sua instalação, antes da aplicação das placas de isolamento térmico. Depois de devidamente instalada a camada de isolamento térmico, executa-se o sistema de contra-ripado e ripado de apoio às telhas. Finalmente, são colocadas as telhas.

## Normas e certificação

### Principais referências normativas:

- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios.
- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios e que substitui o Decreto-Lei no 40/90 a partir de Julho de 2006.
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiência energética de edifícios
- »» Directiva 89/106/CE sobre produtos para a construção
- »» EN 13164. Produtos de isolamento térmico para aplicação na construção. Produtos produzidos em poliestireno extrudido (XPS) – Especificação

### Marcação CE

- »» Conformidade com a norma EN 13164 para todos os produtos de XPS fabricados pela Dow na Europa

### Certificado de produto

- »» Marca AENOR concedida ao produto ROOFMATE PT-A produzido na fábrica de Bilbao, segundo norma EN 13164
- »» ROOFMATE TG-A conta com certificações análogas de outros países europeus, como o "Avis Technique 5/94-1085", de França.

## Precauções de utilização

As placas de isolamento térmico ROOFMATE sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. A temperatura máxima de trabalho, em serviço permanente, é de 75°C.

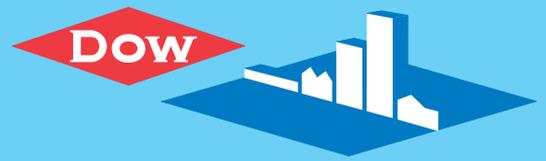
As placas ROOFMATE, em contacto directo com substâncias ou materiais que contenham componentes voláteis, ficam expostas ao ataque de solventes. Ao seleccionar uma cola ou outro meio aderente, devem ser tidas em conta as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua compatibilidade com a espuma de poliestireno.

As placas ROOFMATE podem ser armazenadas ao ar livre. Não

são afectadas por chuva, neve ou gelo. A sujidade acumulada pode ser facilmente lavada. Se as placas são armazenadas por um longo período de tempo, devem ser protegidas da luz solar directa, de preferência na sua embalagem original.

As placas ROOFMATE contêm um aditivo retardante de chama a fim de evitar a ignição acidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso.

Todas as classificações relativas à reacção ao fogo baseiam-se em ensaios realizados em pequena escala e poderão não reflectir a reacção do material perante condições de fogo real.



## Dow - Soluções para a Construção



### Isolamento térmico de paredes Correcção de pontes térmicas

**WALLMATE CW-A**  
**STYROFOAM IB-A**

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## Introdução

Esta secção fornece informação sobre as placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS) WALLMAT CW-A e STYROFOAM IB-A, e constitui um guia para o desenho e execução de paredes isoladas termicamente com estes materiais, bem como para a correcção de eventuais pontes térmicas tanto em obra nova como em reabilitação.



## Isolar paredes – corrigir pontes térmicas

### Paredes duplas

A construção de paredes constituídas por dois panos de alvenaria com um espaço de ar de separação (a parede dupla), surgiu como resposta à necessidade de isolar o interior dos edifícios contra a humidade exterior. Antes de se ter criado o hábito de aplicar materiais de isolamento térmico, e de terem sido criadas as normas e regulamentos sobre o comportamento térmico dos edifícios (como o regulamento português - RCCTE), que permitiram aumentar a preocupação com o conforto térmico nos edifícios, as paredes duplas foram também utilizadas como forma de melhorar o isolamento térmico dos edifícios através do seu espaço de ar. Numa caixa-de-ar, o calor transmite-se essencialmente por radiação e convecção, o que implica que a utilização de um isolamento térmico garanta, se correctamente aplicado, um desempenho térmico muito superior (apesar da baixa condutibilidade térmica do ar). Efectivamente, segundo a publicação “Coeficientes

de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios” (ITE 28 – Laboratório Nacional de Engenharia Civil - LNEC, Lisboa, 1990), a resistência térmica de um espaço de ar não ventilado com espessura de 50 a 100 mm é de  $0,17 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$  (fluxo de calor no sentido horizontal). A resistência térmica das placas de isolamento térmico WALLMATE CW-A (produto STYROFOAM para paredes duplas) com 30 mm de espessura é de  $0,85 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$  ( $\lambda = 0,035 \text{ W}/\text{m}^2\text{C}$ ). Podemos assim verificar que a aplicação de placas WALLMATE CW-A com 30 mm de espessura proporciona um isolamento térmico muito superior ao de um espaço de ar com 50 a 100 mm. O isolamento térmico de uma parede dupla não deverá preencher a totalidade da caixa-de-ar, sendo aconselhável a permanência de um espaço de ar junto ao pano exterior da parede, que tem por função contribuir para a secagem e drenagem de humidades que podem eventualmente existir neste espaço e com origem em infiltrações pelo pano exterior



Paredes duplas



Paredes simples



pontes térmicas

## Isolar paredes – corrigir pontes térmicas

ou em condensações do fluxo de vapor interior-exterior. Para cumprir o seu objectivo, este espaço deve estar drenado, ventilado e limpo, não constituindo depósito de argamassa ou quaisquer outros detritos.

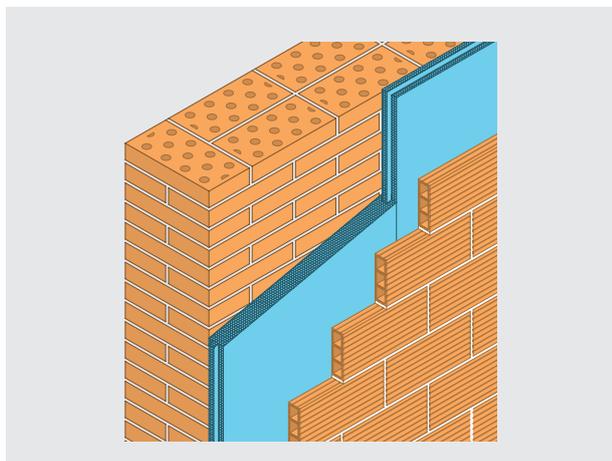


Figura 01

### Paredes simples

A necessidade de construir paredes de menor espessura pode conduzir à solução de paredes simples. Neste caso, poder-se-á equacionar a colocação do isolamento térmico na face interior ou na face exterior da parede, e a adopção de soluções de revestimento aderidos ou em que exista uma caixa-de-ar entre o isolamento e o revestimento.

A colocação do isolamento térmico pelo exterior tem como vantagens:

- » a obtenção de uma camada contínua de isolamento térmico, evitando as pontes térmicas.
- » a disponibilidade de maior inércia térmica, sobretudo importante em edifícios com ocupação permanente.
- » manter-se a parede no lado isolado do edifício, estando conseqüentemente menos sujeita às variações de temperatura.

A colocação do isolamento pelo interior poderá ser uma opção mais eficiente em edifícios que não tenham uma ocupação permanente, ou em situações de recuperação ou renovação, nas quais a aplicação do isolamento térmico pelo exterior poderia implicar algumas dificuldades no remate com vãos existentes.

Em relação às diferentes soluções de revestimento de acabamento:

#### »» Revestimentos aderidos:

As soluções de revestimentos aderidos (rebocos, estuques, etc.) são sobretudo indicadas para o interior. A sua colocação pelo exterior implica grandes cuidados de execução e a utilização de massas especiais, uma vez que sobre o reboco incidirá radiação solar, exigindo-lhe uma grande elasticidade.

#### »» Revestimentos não aderidos:

As soluções de revestimentos não-aderidos (interior: placas de gesso cartonado, madeira, etc.; exterior: painéis metálicos, pedra, etc.) são indicadas para o interior e exterior, sendo soluções de fácil execução e que diminuem a margem de erro de execução. Em situações de isolamento térmico pelo exterior, este tipo de revestimentos é mais vantajoso porque, ao considerar a existência de uma caixa-de-ar entre o isolamento térmico e o revestimento exterior da parede (caixa de ar que está naturalmente sombreada e ventilada), contribui para um melhor comportamento térmico da parede, diminuindo a amplitude térmica entre as faces exterior e interior do isolamento térmico.

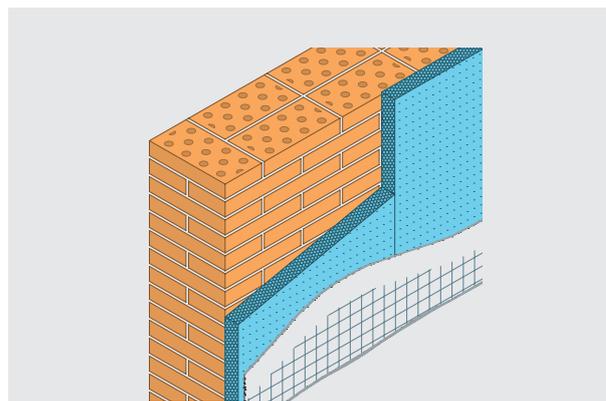


Figura 02

### Pontes térmicas

Ao isolar uma parede, há que ter em conta a presença de eventuais pontes térmicas, zonas que, por não estarem isoladas termicamente, têm uma resistência térmica inferior à da restante envolvente, representando uma descontinuidade

## Isolar paredes – corrigir pontes térmicas

onde se poderá verificar a ocorrência de patologias com origem em fenómenos de condensação. Exemplos destas heterogeneidades na envolvente vertical dos edifícios são:

- » os elementos estruturais como topos de laje, vigas e pilares.
- » vãos e, nomeadamente, caixas de estore

Refira-se, a título de exemplo, que num edifício de habitação com estrutura constituída por pilares, vigas e lajes em betão armado e isolamento térmico aplicado na caixa-de-ar de paredes duplas, e não considerando a correcção das pontes térmicas, poder-se-á verificar um acréscimo de 20% a 30% de perdas térmicas, quando comparadas com a situação de pontes térmicas corrigidas.

Adicionalmente, e como já referido, uma ponte térmica aumenta consideravelmente o risco de ocorrência de condensações superficiais, com a consequente formação de patologias. Segundo o diagrama de temperaturas de uma parede, a temperatura superficial interior,  $T_{si}$ , é igual a:

$$T_{si} = T_i - \frac{K}{h_i} (T_i - T_e)$$

em que:

- $T_i$  temperatura do ambiente interior.
- $T_e$  temperatura do ambiente exterior.

- $h_i$  coeficiente de transmissão térmica superficial interior, em  $W/m^2\text{°C}$ .
- $K$  coeficiente de transmissão térmica do elemento da envolvente, em  $W/m^2\text{°C}$ .

Assim, ao aumentar o valor de  $K$  (como acontece com as pontes térmicas, que têm um valor  $K$  superior ao valor  $K$  de zona corrente da parede), diminui  $T_{si}$  e aumenta o risco de condensações superficiais interiores. O fenómeno de condensação ocorre quando  $T_{si}$  = temperatura do ponto de orvalho. De referir ainda que determinadas patologias podem formar-se sem ser atingido o valor de 100% de humidade relativa, ou seja, antes de se verificar a condensação, podendo ser suficiente um valor de 80% a 85% HR. Por outro lado, nas zonas de ponte térmica, verifica-se um aumento dos fluxos de calor e vapor de água. Este aumento é tanto maior quanto maiores forem a resistência térmica e a resistência à passagem de vapor em zona corrente da parede. Um maior fluxo de calor associado a um maior fluxo de vapor de água dá mais uma vez origem ao fenómeno de condensação, uma vez que mais facilmente se chegará à pressão de vapor de saturação no interior da parede.

## Requisitos de um isolamento térmico para paredes

### Paredes duplas

Uma vez instalado na caixa-de-ar de uma parede dupla, o isolamento térmico é praticamente inacessível. Assim, qualquer problema relativo ao próprio material ou à sua aplicação será, a partir desse momento, difícil de detectar até que ocorram as patologias que sejam consequência deste problema. Qualquer solução para resolvê-lo será de difícil execução e comportará custos elevados. Assim, a execução da instalação do isolamento térmico, bem como a escolha de um material adequado revestem-se de particular

importância para o sucesso do comportamento térmico da parede. A aplicação de materiais de isolamento térmico sensíveis à humidade obriga a importantes cuidados de forma a evitar qualquer absorção de água que iria implicar a perda parcial ou total da capacidade isolante.

- » o espaço de ar adicional (junto ao pano exterior) deverá estar completamente limpo sob pena de qualquer detrito ali acumulado servir de meio transmissor de humidade entre o pano exterior e o isolamento térmico, com a consequente absorção de água.

## Requisitos de um isolamento térmico para paredes

» é necessária a execução de uma barreira pára-vapor na face exterior do pano interior para evitar a passagem de vapor de água através do material isolante sensível à humidade que, a existir, provocaria condensações intersticiais e a consequente absorção de água, perdendo o material a sua capacidade de isolar. Refira-se, no entanto, que esta barreira pára-vapor dá origem a uma concentração de vapor de água no pano interior da parede, facto que poderá ser prejudicial ao bom funcionamento deste elemento da envolvente.

A aplicação de materiais de isolamento térmico insensíveis à humidade e com grande resistência à passagem de vapor permite a dispensa da barreira pára-vapor, uma vez que a quantidade de vapor que atravessa o material não será suficiente para que ocorra condensação intersticial.

A condensação superficial que possa ocorrer na face exterior da placa de isolamento térmico será drenada pelo espaço de ar, não implicando qualquer degradação do material de isolamento (insensível à humidade). Por outro lado, com materiais insensíveis à humidade e em situações de recurso, poder-se-á equacionar uma parede dupla em que a caixa-de-ar esteja totalmente preenchida pelo isolamento térmico, uma vez que eventuais infiltrações pelo pano exterior da parede não o afectarão.

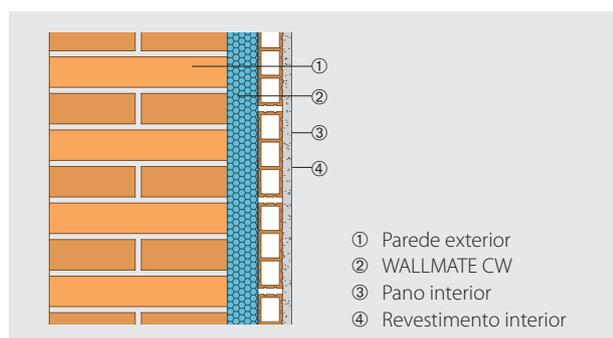


Figura 03

O material que faz o isolamento térmico da parede deve ainda:

» ter a rigidez e consistência suficientes para que não se verifiquem assentamentos por gravidade de modo a que a superfície de isolamento se mantenha uniforme e contínua ao longo dos anos.

» permitir trabalhos de adaptação e corte fáceis e precisos, de modo a que o encontro com elementos estruturais e vãos esteja correctamente executado. Qualquer imprecisão neste trabalho dá origem a descontinuidades na camada de isolamento térmico que constituem graves pontes térmicas.

Refira-se que materiais de isolamento produzidos in-situ dependem de reacções químicas cujas condições de aplicação em obra são críticas para a obtenção das características necessárias para um isolamento térmico adequado.

Assim, e independentemente do difícil controlo da espessura da camada de isolamento, o bom comportamento térmico da parede estará mais dependente da aplicação.

Pelas razões expostas, quanto mais o desempenho da solução de isolamento térmico depender da sua aplicação, maior será o risco de insucesso.

### Paredes simples

Isolamento interior com revestimento aderido:

Para se poder aplicar o revestimento interior directamente sobre as placas de isolamento térmico, deve este material:

- » dispor de uma boa resistência à passagem do vapor de água. É esta a única forma de se evitar a colocação de uma barreira pára-vapor que, a ser aplicada, deveria estar na face interior do isolamento, impedindo a posterior execução do acabamento.
- » ter uma resistência à compressão adequada para suportar eventuais choques na superfície de acabamento.
- » ter uma superfície que permita a boa aderência das massas de colagem das placas de isolamento ao suporte e das massas de reboco ou estuque ao isolamento.

Isolamento interior com revestimento não-aderido:

Como suporte para acabamentos pré-fabricados (placas de gesso cartonado, madeira, etc.), as placas de isolamento térmico de paredes simples devem:

- » ter resistência à compressão suficiente para que se possa fixar o acabamento com a devida eficácia, sem que se diminua a espessura da camada isolante que deve ser contínua.

## Requisitos de um isolamento térmico para paredes

»» ter a rigidez e consistência suficientes para que não se verifiquem assentamentos por gravidade de modo a que a superfície de isolamento se mantenha uniforme e contínua ao longo dos anos.

Isolamento exterior com revestimento não-aderido:

Para ter um bom desempenho ao longo dos anos, um material de isolamento térmico aplicado na face exterior da parede deve:

- »» ser insensível à humidade e à água, uma vez que estará sujeito à presença de humidades provenientes do exterior.
- »» ter resistência à compressão suficiente para que se possa fixar o revestimento com a devida eficácia, sem que se diminua a espessura da camada isolante que deve ser contínua.
- »» ter a rigidez e consistência suficientes para que não se verifiquem assentamentos por gravidade de modo a que a superfície de isolamento se mantenha uniforme e contínua ao longo dos anos.

### Pontes térmicas

Na correcção de pontes térmicas, os materiais de isolamento devem ter as características que permitam uma boa aderência das placas ao suporte e das massas de acabamento ao isolamento, pelo que as exigências referidas para o isolamento térmico de paredes simples aplicam-se igualmente à correcção de pontes térmicas.

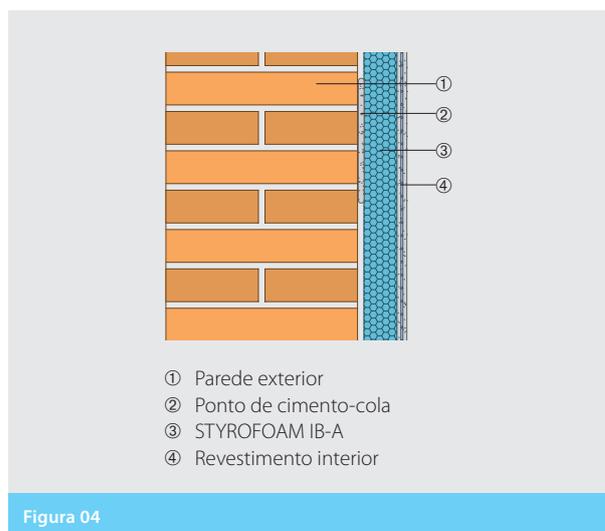


Figura 04

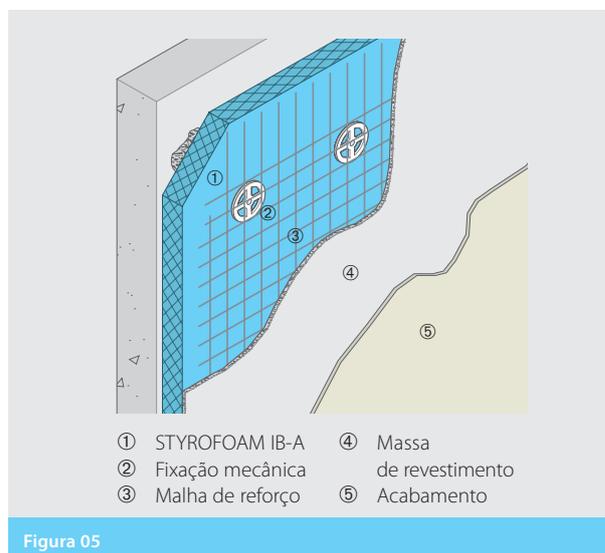


Figura 05

## WALLMATE CW-A e STYROFOAM IB-A, a solução STYROFOAM para paredes e pontes térmicas

As placas WALLMATE CW-A e STYROFOAM IB-A, em espuma de poliestireno extrudido (XPS), têm excelentes propriedades que permitem uma aplicação fácil e rápida e proporcionam um isolamento térmico extremamente eficaz e duradouro: Excelente comportamento mecânico, tendo uma grande rigidez e estabilidade. Insensibilidade à humidade e à água, o que permite uma exposição a eventuais humidades sem que se degradem as suas propriedades térmicas ou mecânicas. Elevada resistência à difusão do vapor de água (STYROFOAM IB-A: factor  $\mu = 80$ ; WALLMATE CW-A: factor  $\mu = 80-180$ ), de modo que não é necessária a aplicação de uma barreira pára-vapor. Excelente condutibilidade térmica (muito baixa),  $\lambda$ : 0.035 W/mK (0.030 kcal/hm°C) para WALLMATE CW-A (valor declarado segundo a norma harmonizada EN 13164). Classificação Euroclasse E de reacção ao fogo, segundo a norma EN 13501-1.

### WALLMATE CW-A – paredes duplas

As placas WALLMATE CW-A têm ainda outras importantes características específicas que as tornam adequadas para o isolamento térmico de paredes duplas:

- »» Comprimento de 2,60m, o que permite, na maioria dos casos, vencer a altura da caixa-de-ar com uma só placa.
- »» Encaixe perimetral macho-fêmea que permite:
  - Um bom travamento da camada de isolamento.
  - Uma correcta união entre placas, evitando interrupções e descontinuidades.
  - Evitar a passagem de eventual humidade (com origem em infiltrações do pano exterior) pelas juntas das placas, que poderia causar patologias no pano e acabamentos interiores.



STYROFOAM IB-A – Correção de pilares

### WALLMATE CW-A – paredes simples com revestimento não aderido

As placas WALLMATE CW-A têm também outras importantes características específicas que as tornam adequadas para o isolamento térmico de paredes simples com uma caixa-de-ar entre o isolamento e o revestimento:

- »» Encaixe perimetral macho-fêmea que permite:
  - Um bom travamento da camada de isolamento.
  - Uma correcta união entre placas, evitando interrupções e descontinuidades.
  - Evitar a passagem da humidade pelas juntas das placas, que poderia causar patologias na parede e no acabamento interior (nos casos de isolamento exterior).

## WALLMATE CW-A e STYROFOAM IB-A, a solução STYROFOAM para paredes e pontes térmicas

### STYROFOAM IB-A – paredes simples com revestimento aderido e correção de pontes térmicas

As placas STYROFOAM IB-A têm ainda, como importante característica para a aplicação de revestimentos aderidos, uma superfície rugosa que permite uma boa aderência

de massas de colagem ou acabamento.

Além disso, as placas são também facilmente cortada com tradicionais instrumentos de corte de forma a poderem ser adaptadas às dimensões de pilares, vigas, topos de laje e demais elementos que possam constituir uma ponte térmica.



STYROFOAM IB-A, correção de pontes térmicas



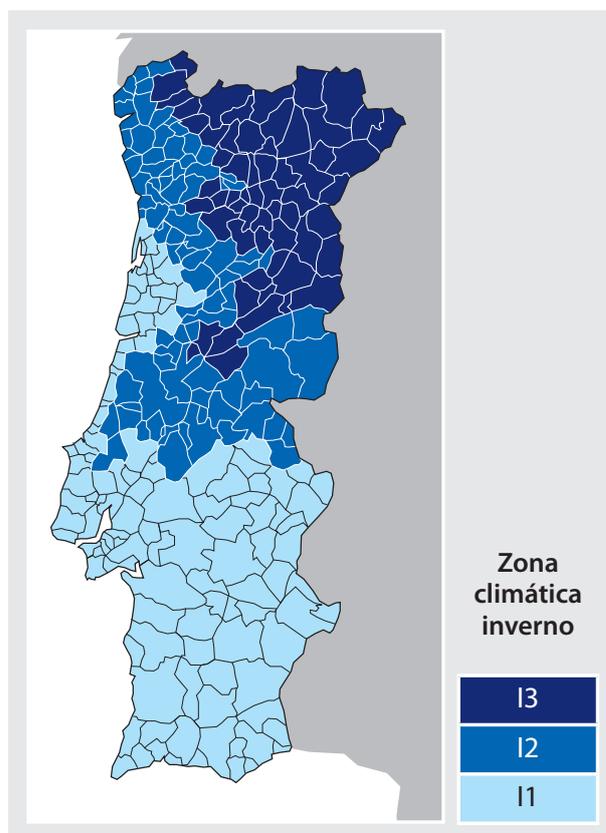
STYROFOAM IB-A, correção de pontes térmicas

## Considerações de projecto

### Controlo térmico

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projecto de edifícios novos e de grandes remodelações, de forma a salvaguardar as necessidades de conforto sem recurso a consumos excessivos de energia, assim como garantir a minimização de efeitos patológicos derivados de condensações nos elementos da envolvente. No entanto, a alteração de alguns pressupostos que serviram de base a este diploma (tal como o aumento de exigências a nível de conforto e o crescente recurso a equipamentos de climatização), assim como a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios de forma a reduzir os seus consumos de energia e consequentes emissões de gases que contribuem para o aquecimento global, levaram a que este regulamento fosse revisto sendo as exigências actualizadas para o contexto energético actual.

Esta revisão é também um requisito da directiva 2002/91/CE do parlamento europeu referente à eficiência energética dos edifícios. A revisão acima referida, deu origem ao “novo” Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, que entre outras alterações apresenta também novos valores de Coeficientes de transmissão térmica (U) para as paredes. No Anexo IX do RCCTE são indicados os valores dos coeficientes de transmissão térmica U, de referência e máximos admissíveis, em função das zonas climáticas (definidas no Anexo III) e do tipo de envolvente.



Os valores de U acima mencionados são facilmente satisfeitos na envolvente opaca vertical de edifícios utilizando placas de isolamento térmico WALLMATE, e considerando todas as soluções construtivas de paredes. De referir ainda que segundo este novo regulamento, os valores máximos admissíveis (U) abrangem não apenas os elementos construtivos em zona corrente mas também os elementos singulares (vigas, pilares ...), que além desta limitação estão ainda limitados ao dobro do valor existente nos elementos homólogos em zona corrente.

### Valores dos coeficientes de transmissão térmica U (W/m<sup>2</sup>C), de referência e máximos admissíveis.

#### Envolvente vertical

	Zona climática					
	I1		I2		I3	
	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx
Elementos exteriores em zona corrente	0,70	1,80	0,60	1,60	0,50	1,45
Elementos interiores em zona corrente	1,40	2,00	1,20	2,00	1,00	1,90

## Considerações de projecto

### INÉRCIA TÉRMICA:

**Paredes duplas:** a inércia térmica proporcionada por uma parede dupla isolada na caixa-de-ar será equivalente à inércia térmica do pano interior da parede, uma vez que o pano exterior se encontra na zona não isolada do edifício. Neste caso, a inércia térmica que se obtém representará uma situação intermédia entre uma parede isolada pelo exterior (em que os elementos constituintes da parede contribuem na sua totalidade para a inércia térmica) e uma parede isolada pelo interior (em que apenas o revestimento de acabamento contribuirá).

**Paredes simples (isoladas pelo interior):** uma parede isolada termicamente pelo interior representará uma inércia térmica mínima, apenas contando com o revestimento de acabamento para esta função. Esta poderá constituir uma opção preferencial nos casos de edifícios que não tenham uma ocupação permanente (como uma moradia de fim-de-semana ou para férias), uma vez que se pretende uma resposta térmica muito rápida. Efectivamente, o tempo que demora a obtenção de conforto é menor num edifício de baixa inércia térmica, uma vez que apenas será aquecido ou arrefecido o ar interior.

**Paredes simples (isoladas pelo exterior):** o isolamento térmico pelo exterior permite o total aproveitamento da parede, sendo a solução com maior inércia térmica. Esta poderá constituir uma opção preferencial nos casos de edifícios que tenham uma ocupação permanente, uma vez que a inércia térmica da parede contribui para um melhor equilíbrio térmico interior.

### Controlo de condensações

O método que permite analisar o risco de ocorrência de condensação baseia-se no desenho dos gráficos de perfil de temperaturas e de pressão de vapor (pressão de saturação e pressão real) correspondentes à parede. O procedimento de cálculo está descrito na norma europeia EN 13788, baseada, por sua vez, na norma alemã DIN 4108 (diagrama GLASER de pressões de vapor). A informação necessária para a realização deste cálculo é a seguinte:

- »» Temperatura e condições higrotérmicas interiores e exteriores.
- »» Espessura de cada camada componente da parede.
- »» Condutibilidade térmica (ou resistência térmica) de cada camada componente da parede.
- »» Resistência à difusão do vapor de água de cada camada componente da parede.

Utilizando esta informação é possível obter o perfil de pressão de vapor através da parede. Se a linha de pressão real cruzar ou tocar a linha de pressão de saturação, haverá lugar a condensação na parede. Cabe realçar que, quanto maior for a resistência à passagem de vapor de água de um material isolante, menor será o risco de condensação.

As placas de isolamento térmico WALLMATE apresentam, como todos os produtos STYROFOAM, a resistência à passagem de vapor mais elevada de todos os isolamentos térmicos correntemente empregues em construção (Factor  $\mu = 80-180$  para WALLMATE CW-A e Factor  $\mu = 80$  para STYROFOAM IB-A).

### Paredes duplas

As placas WALLMATE CW-A devem ser aplicadas encostadas ao pano interior da parede, permanecendo um espaço de ar entre a superfície de isolamento e o pano exterior. Este espaço de ar deverá estar drenado e ventilado, para o que podem ser aplicados tubos de drenagem no fundo da caixa-de-ar e grelhas de ventilação no seu topo. Refira-se que no fundo da caixa-de-ar, que será impermeabilizado, deverá ser executada uma pendente, para que exista uma drenagem adequada de eventuais humidades. Para garantir o afastamento das placas WALLMATE CW-A ao pano exterior da parede, utilizam-se dispositivos de travamento que permitam esta função. Como alternativa, podem ser utilizados pedaços das próprias placas (resultantes de cortes de adaptação) que são facialmente cortados com a espessura de espaço de ar livre e colados nas placas de isolamento.

## Considerações de projecto

### Paredes simples com revestimento não-aderido

As placas WALLMATE CW-A devem ser fixas ao suporte mediante fixações com cabeça em material plástico, para que estas fixações não constituam pontes térmicas. Poder-se-á em alguns casos equacionar a fixação das placas de isolamento através das fixações do revestimento. Os prumos de fixação de placas de acabamento pré-fabricadas devem ser encostados à superfície de isolamento térmico e fixos à parede mediante fixações adequadas. Nunca se deverá interromper o isolamento térmico com a aplicação destes prumos para não se criarem descontinuidades e, conseqüentemente, pontes térmicas.

### Paredes simples com revestimento aderido

As placas STYROFOAM IB-A são coladas à parede com qualquer meio aderente compatível (cimento-cola, cola de poliuretano, etc.), não podendo ser utilizados produtos que contenham solventes. Aplica-se de seguida o revestimento, pré-fabricado ou executado in-situ. Os rebocos de acabamento, aplicados directamente nas placas de isolamento, devem ser armados.

### Pontes térmicas

As placas ou troços de placa STYROFOAM IB-A são colados ao suporte à semelhança do que acontece no caso de paredes simples, devendo ainda verificar-se os mesmos cuidados em relação aos acabamentos. Refira-se ainda a possibilidade das placas STYROFOAM IB-A poderem ser aplicadas como fundo de cofragem, dada a sua grande resistência à compressão, ficando assim a ponte térmica corrigida no momento da betonagem (para estruturas em betão armado). Será mais eficiente a correcção das pontes térmicas pelo exterior, uma vez que se mantém a estrutura na zona isolada do edifício. É recomendável que, neste caso, não se executem os revestimentos de acabamento directamente sobre o isolamento térmico, sendo conveniente a aplicação de um revestimento cerâmico (semelhante ao tijolo que forma a parede de alvenaria) sobre a superfície de isolamento.

De facto, a colocação do revestimento de acabamento directamente sobre o isolamento implica a sua execução sobre suportes totalmente distintos (cerâmica em zona corrente de parede e isolamento térmico em zona de ponte térmica), o que dá origem à sua fissuração nas zonas de junção entre os dois tipos distintos de suporte. Especial cuidado deve ser dado a que o necessário balanço do pano exterior da parede em relação à laje (para que a superfície exterior da parede não tenha ressaltos) não ultrapasse 1/3 da sua espessura total, como forma de se manter a sua boa estabilidade. Quando se verifique a impossibilidade de manter esta regra, deve a ponte térmica ser corrigida pelo interior.

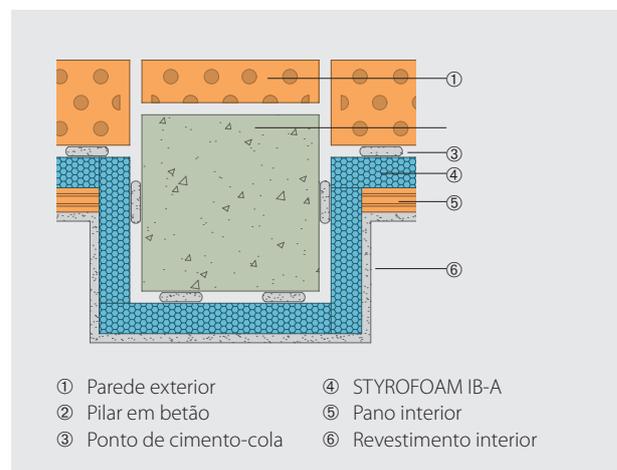


Figura 09

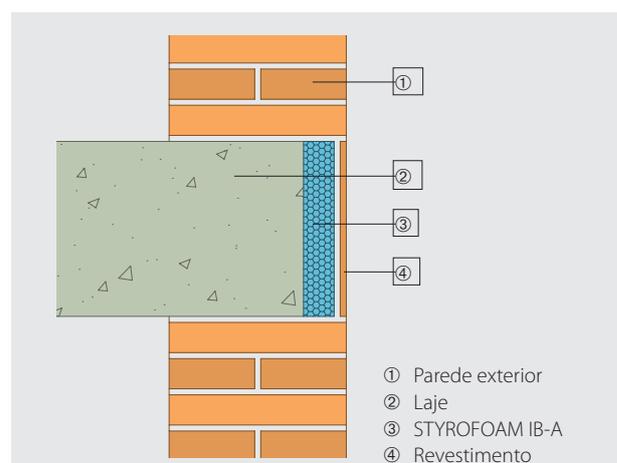


Figura 10

## Especificação

### Paredes duplas

O isolamento térmico da parede exterior (ou interior) dupla, aplicado de forma a preencher parcialmente a caixa-de-ar e encostado ao seu pano interior (ou pano do espaço útil), será em placas rígidas de poliestireno extrudido WALLMATE CW-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 200 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

### Paredes simples com revestimento não-aderido

A parede exterior (ou interior) simples será isolada termicamente pelo exterior (ou pela face do espaço não-útil), deixando uma caixa-de-ar entre a camada isolante e o revestimento exterior, sendo contínua a camada de isolamento, com placas rígidas de poliestireno extrudido WALLMATE CW-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 200 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E. A parede exterior (ou interior) simples será isolada termicamente pelo interior (ou pela face do espaço útil), deixando uma caixa-de-ar entre a camada isolante e o revestimento interior, sendo contínua a camada de isolamento, com placas rígidas de poliestireno extrudido WALLMATE CW-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 200 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 0.7% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

### Paredes simples com revestimento aderido

A parede exterior (ou interior) simples será isolada termicamente pelo interior (ou pela face do espaço útil) com placas rígidas de poliestireno extrudido STYROFOAM IB-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 250 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 1.5% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

**Nota:** A aplicação de isolamento pelo exterior implica a utilização de argamassas específicas para esta aplicação, devendo as condições de aplicação estar de acordo com os fabricantes deste tipo de argamassas.

### Pontes térmicas

As zonas de ponte térmica serão corrigidas com placas rígidas de poliestireno extrudido STYROFOAM IB-A com x mm de espessura, com uma condutibilidade térmica declarada ( $\lambda$ D) de 0.035 W/mK, uma resistência mínima à compressão de 250 kPa, uma absorção de água por imersão inferior a 1.5% em volume e classificação de reacção ao fogo Euroclasse E.

## Instalação

### WALLMATE CW-A – paredes duplas

Na construção da parede dupla, seria teoricamente mais correcto construir o pano interior em primeiro lugar, sendo assim possível garantir o aprumo do pano exterior (construído do lado exterior).

No entanto, e em edifícios em altura, esta opção obriga, a partir do 1º piso, à construção sobre andaimes, o que se pode caracterizar como mais dispendioso e menos seguro, sendo a opção alternativa a construção do pano exterior em primeiro lugar.

O processo de aplicação das placas WALLMATE CW-A conhece pequenas alterações de acordo com a ordem segundo a qual se constroem os dois panos de parede.

Pano interior seguido do pano exterior:

- »» constrói-se o pano interior da parede e assegura-se que a sua superfície fica limpa e lisa, de forma a poder receber as placas de isolamento térmico.
- »» faz-se a marcação do fundo da caixa-de-ar, construindo as primeiras três fiadas de tijolo do pano exterior.
- »» executa-se a pendente do fundo da caixa-de-ar que é posteriormente impermeabilizado, e executam-se os dispositivos de drenagem que deverão ser totalmente desentupidos.
- »» encostam-se as placas de isolamento ao pano interior, colocando as placas na vertical e para que os encaixes horizontais sejam realizados com o macho na parte inferior e a fêmea na parte superior. As placas devem ficar bem juntas, não devendo existir qualquer junta aberta.
- »» poderá ser necessário, para que as placas não tombem, a sua colagem mediante um simples ponto de cimento-cola (ou uma fixação mecânica) colocado ao centro da placa.
- »» depois de instalada a superfície de isolamento térmico, conclui-se a execução do pano exterior, e faz-se a colocação das grelhas de ventilação. É extremamente importante que a caixa-de-ar, entre o isolamento térmico e o pano exterior, fique completamente limpa e desimpedida.

Pano exterior seguido do pano interior:

- »» constrói-se o pano exterior da parede e assegura-se que a sua superfície fica limpa e lisa, retirando qualquer rebarba de argamassa que exista.
- »» faz-se a marcação do fundo da caixa-de-ar, construindo as primeiras três fiadas de tijolo do pano interior, e executa-se a pendente no seu fundo, seguindo-se a sua impermeabilização.
- »» executam-se os dispositivos de drenagem e colocam-se as grelhas de ventilação no topo do pano exterior da parede.
- »» limpa-se a caixa-de-ar, não devendo permanecer qualquer rebarba de argamassa ou outro detrito que impeça a adequada aplicação das placas de isolamento ou dificulte a correcta drenagem de humidades. Especial cuidado deve ser posto em garantir que os dispositivos de drenagem são totalmente desentupidos.
- »» cortam-se os calços em XPS (que vão garantir o afastamento do isolamento ao pano exterior) com a medida da caixa-de-ar e colam-se três por placa na direcção diagonal. Esta colagem poderá ser feita através de cimento-cola ou, inclusivamente, da emulsão betuminosa que foi utilizada para a impermeabilização do fundo da caixa-de-ar (caso tenha sido esta a opção de impermeabilização). Note-se que estes calços serão utilizados caso não sejam aplicados dispositivos de travamento dos dois panos de parede que também permitam garantir o devido afastamento do isolamento ao pano exterior.
- »» encostam-se as placas de isolamento ao pano exterior (garantindo a existência da caixa de ar entre o isolamento térmico e o pano exterior através dos calços previamente cortados e colados), colocando as placas na vertical e para que os encaixes horizontais sejam realizados com o macho na parte inferior e a fêmea na parte superior. As placas devem ficar bem juntas, não devendo existir qualquer junta aberta.
- »» uma vez que já se construíram as primeiras três fiadas de tijolo do pano interior, as placas ficarão seguras, não tendo a tendência de tombar.

## Instalação

- »» depois de instalada a superfície de isolamento térmico, conclui-se a execução do pano interior.
- »» de notar que, com este processo, o pano interior é construído encostado à superfície contínua das placas WALLMATE CW-A, o que impede a passagem de qualquer rebarba de argamassa para a caixa-de-ar, sendo assim certo que esta ficará completamente limpa.

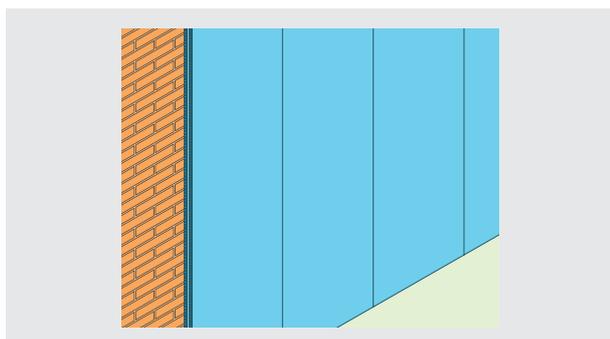


Figura 11

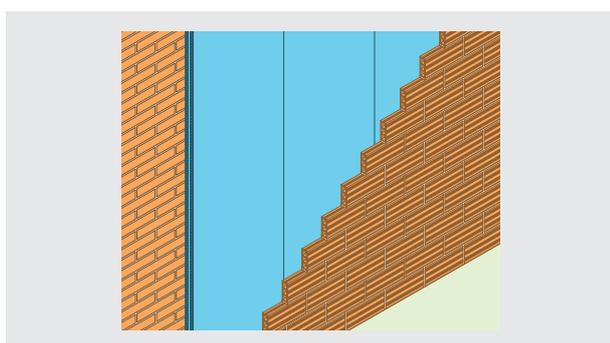


Figura 12

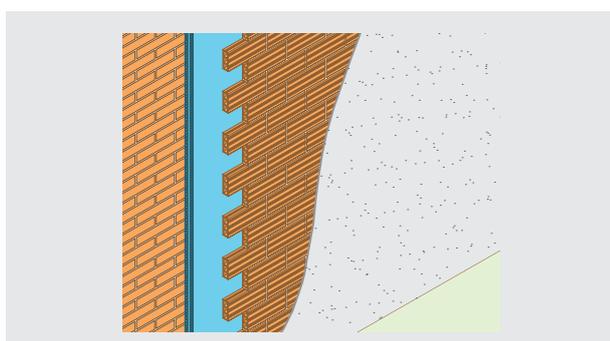


Figura 13



WALLMATE CW-A – Parede dupla com espaço de ar

### WALLMATE CW-A – Paredes simples com revestimento não-aderido:

A parede sobre a qual se vão aplicar as placas WALLMATE CW-A deve ter uma superfície limpa e lisa. Fixam-se as placas de isolamento à parede, colocando-as no sentido longitudinal e para que os encaixes horizontais sejam realizados com o macho na parte inferior e a fêmea na parte superior. As placas devem ficar bem juntas, não devendo existir qualquer junta aberta. As placas são fixas mediante fixações com cabeça em material plástico, para que estas fixações não constituam pontes térmicas. Poder-se-á em alguns casos equacionar a fixação das placas de isolamento através das fixações do revestimento. De seguida aplicam-se os prumos de fixação das placas de revestimento, que devem ser encostados à superfície de isolamento térmico e fixos à parede mediante fixações adequadas. Nunca se deverá interromper o isolamento térmico com a aplicação destes prumos para não se criarem descontinuidades e, conseqüentemente, pontes térmicas. Finalmente, é aplicado o sistema de revestimento.

## Instalação

### STYROFOAM IB-A – paredes simples com revestimento aderido (interior) (figs. 14, 15 e 16)

Aplicação e fixação das placas STYROFOAM IB-A:

- »» a parede sobre a qual se vão aplicar as placas STYROFOAM IB-A deve ter uma superfície limpa e lisa.
- »» as placas são encostadas à parede e fixas através de seis pontos de cimento-cola uniformemente distribuídos ou recorrendo-se a bandas de cimento-cola com 50 a 100 mm de largura à razão de cinco por placa dispostos na direcção transversal.
- »» a aplicação das placas deve ser feita de baixo para cima e com as juntas transversais desencontradas.
- »» as placas devem ser pressionadas contra a parede para que o cimento-cola se disperse e permita uma aderência adequada, sendo no entanto importante garantir o nivelamento da superfície de isolamento térmico. As juntas devem ficar bem apertadas, não devendo ficar preenchidas com cimento-cola.
- »» em determinadas situações, pode ser recomendável a utilização adicional de fixações mecânicas, utilizando-se para este efeito cinco fixações por placa, quatro a cerca de 100 mm dos cantos e uma ao centro. Estas fixações devem ser específicas para isolamento térmico e ter uma cabeça em material plástico. De notar que a cabeça da fixação deve penetrar na espessura da placa de isolamento, para que não existam ressaltos na superfície suporte do revestimento.
- »» os cortes e ajustes das placas aos cantos, esquinas e aberturas podem ser realizados com um serra de carpintaria ou um X-acto, podendo os pré-cortes das placas (que se destinam à sua adaptação às dimensões de pontes térmicas) facilitar este trabalho.
- »» nas uniões com carpintarias ou outros elementos, é conveniente deixar uma junta de cerca de 10 mm que será preenchida com uma banda de espuma plástica flexível.

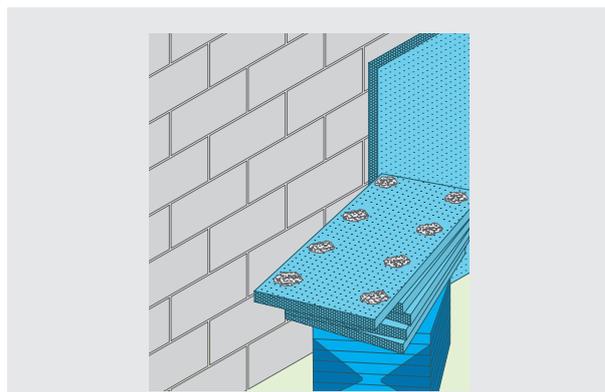


Figura 14

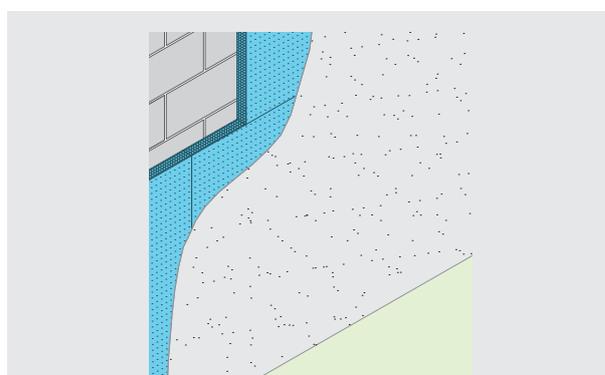


Figura 15

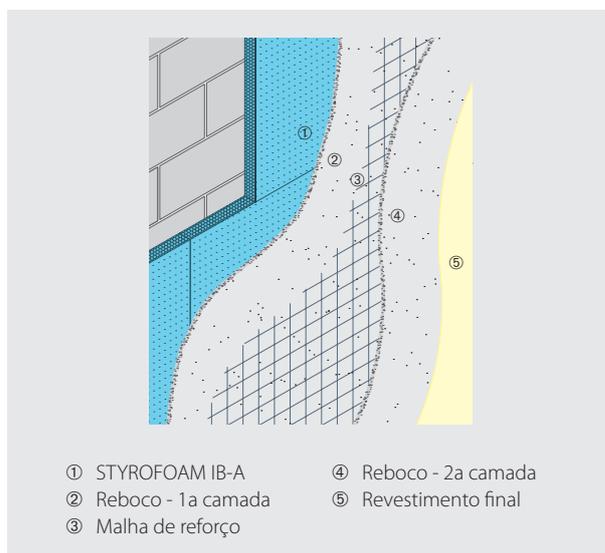


Figura 16

## Instalação

Aplicação do revestimento aderido:

- »» A execução do revestimento poderá ser efectuada 24 horas após a aplicação das placas de isolamento térmico.
- »» Rebocos tradicionais:
  - Tendo em atenção que as placas STYROFOAM IB-A não absorvem humidade, a secagem das massas de reboco será um pouco mais lenta que o habitual.
  - Sobre as placas de isolamento, executa-se um chapisco em argamassa que vai servir como suporte à camada final de reboco.
  - Não deixando o chapisco secar totalmente, coloca-se a malha de armadura do reboco, que poderá ser, a título de exemplo, em fibra de vidro reforçada a poliéster ou em polipropileno; em todo o caso deverá ser resistente aos alcalis do cimento. Nas juntas da malha de armadura deve existir uma sobreposição mínima de 100 mm. Recomenda-se que, nos cantos e esquinas, esta malha seja reforçada por bandas de malha de reforço idêntica com as dimensões de 100 x 200 mm e colocadas na diagonal.
  - Executa-se, de seguida, a camada final do reboco.
- »» Revestimentos de estuque (aplicação directa ou projecção): Não se conhecem incompatibilidades com soluções de revestimento em estuque directamente aplicadas sobre as placas STYROFOAM IB-A. Os cuidados de execução descritos para rebocos tradicionais (tempo de secagem, malha de reforço, etc.) devem igualmente ser observados. Recomenda-se que seja consultado o fabricante do revestimento para se obter informações acerca da sua aplicação directa sobre placas de isolamento térmico em poliestireno extrudido (XPS).

**Nota:** As placas STYROFOAM IB-A podem também ser utilizadas para o isolamento térmico de tectos com revestimento aderido (figs. 17 e 18).

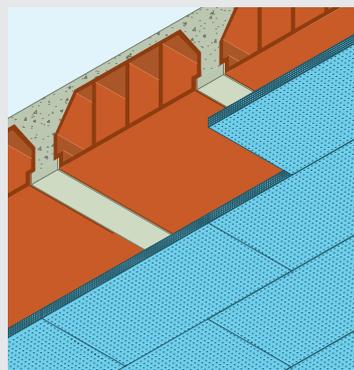


Figura 17

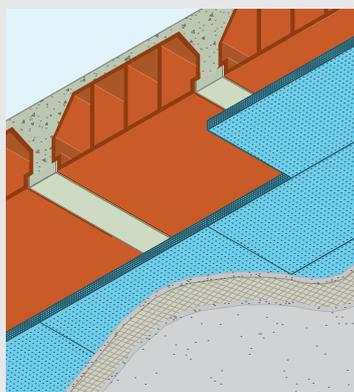


Figura 18

### STYROFOAM IB-A – pontes térmicas (estrutura em betão)

Placas STYROFOAM IB-A como fundo de cofragem (figs. 19, 20, 21 e 22):

- »» as bandas formadas com placas STYROFOAM IB-A podem ser fixas à cofragem através de pregos de cabeça larga. No entanto, e na maior parte dos casos, os distanciadores da armadura serão suficientes para garantir que as bandas de isolamento térmico manter-se-ão em posição contra a cofragem durante a betonagem. De facto, devido à grande resistência à compressão das placas STYROFOAM IB-A, os distanciadores não penetrarão no isolamento térmico, o que permite um correcto recobrimento das armaduras.

## Instalação

»» para uma maior aderência das bandas de isolamento ao betão, podem ser utilizadas fixações com cabeça em material plástico com um mínimo de 30 mm de diâmetro, cujo comprimento assegure uma penetração de 50 mm no betão. Estas fixações são previamente introduzidas nas bandas isolantes, antes da sua colocação na cofragem.

Estruturas previamente betonadas:

»» a fixação das bandas de isolamento térmico STYROFOAM IB-A a elementos estruturais em betão já executados é feita segundo as recomendações para a fixação de placas STYROFOAM IB-A como isolamento térmico de paredes simples com revestimentos aderidos.

Revestimento:

»» se a aplicação do revestimento for executada depois de uma prolongada exposição à radiação solar, deverá reparar-se a superfície de isolamento que possa estar afectada, de forma a ser possível uma adequada aderência dos revestimentos.

»» os revestimentos interiores serão executados segundo as recomendações para a execução de revestimentos aderidos em paredes simples.

»» em situações de pontes térmicas corrigidas pelo exterior, deve ser aplicado o revestimento cerâmico sobre a superfície de isolamento térmico, para depois se executar o revestimento de acabamento. Recomenda-se que seja aplicada uma armadura do revestimento de acabamento, que deverá sobrepor-se cerca de 100 mm à zona corrente de parede.



STYROFOAM IB-A – Correção de topos de laje

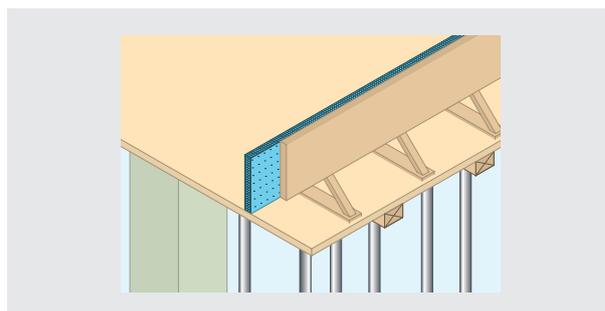


Figura 19

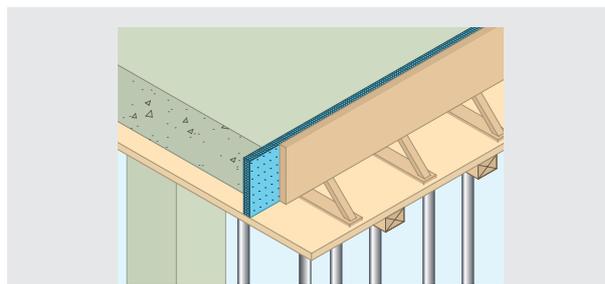


Figura 20

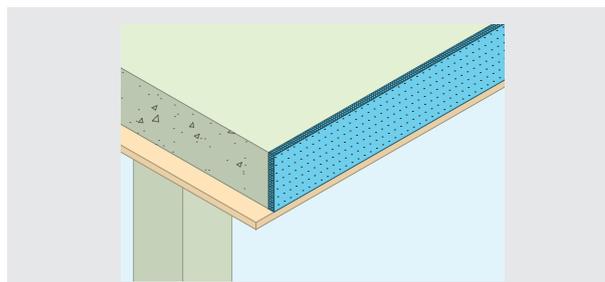


Figura 21

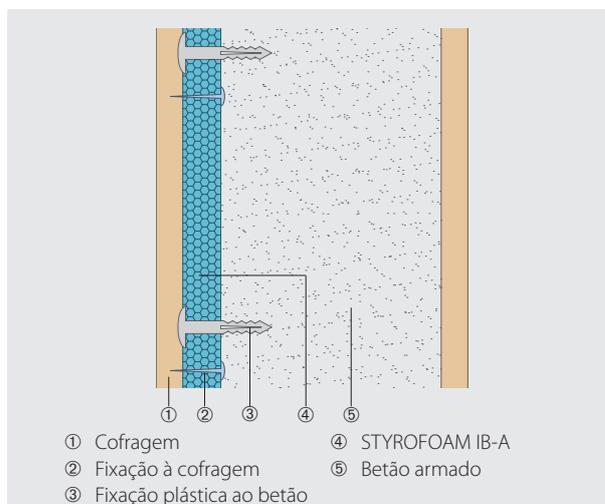


Figura 22

## Normas e certificação

### Principais referências normativas:

- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios.
- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios e que substitui o Decreto-Lei no 40/90 a partir de Julho de 2006.
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiência energética de edifícios
- »» Directiva 89/106/CE sobre produtos para a construção
- »» EN 13164. Produtos de isolamento térmico para aplicação na construção. Produtos produzidos em poliestireno extrudido (XPS) – Especificação

### Marcação CE

- »» Conformidade com a norma EN 13164 para todos os produtos de XPS fabricados pela Dow na Europa

### Certificado de produto

- »» Marca AENOR concedida aos produtos WALLMATE CW-A produzido nas fábricas de Estarreja e Bilbao, segundo norma EN 13164.

Marca AENOR concedida ao produto STYROFOAM IB-A produzido na fábrica de Bilbao, segundo norma EN 13164.

## Precauções de utilização

As placas de isolamento térmico WALLMATE sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. A temperatura máxima de trabalho, em serviço permanente, é de 75°C. As placas WALLMATE, em contacto directo com substâncias ou materiais que contenham componentes voláteis, ficam expostas ao ataque de solventes. Ao seleccionar uma cola ou outro meio aderente, devem ser tidas em conta as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua compatibilidade com a espuma de poliestireno. As placas WALLMATE podem ser armazenadas ao ar livre. Não são afectadas por chuva, neve ou gelo.

A sujidade acumulada pode ser facilmente lavada. Se as placas são armazenadas por um longo período de tempo, devem ser protegidas da luz solar directa, de preferência na sua embalagem original. As placas WALLMATE contêm um aditivo retardante de chama a fim de evitar a ignição acidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso. Todas as classificações relativas à reacção ao fogo baseiam-se em ensaios realizados em pequena escala e poderão não reflectir a reacção do material perante condições de fogo real.

# Dow - Soluções para a Construção



## Isolamento térmico de pavimentos

**FLOORMATE 200-A**  
**FLOORMATE 500-A**  
**FLOORMATE 700-A**

Produto conforme  
as novas disposições  
meio ambientais Europeias  
(EC 2037/2000)



## Introdução

Esta publicação fornece informação sobre as placas de isolamento térmico em poliestireno extrudado (XPS) FLOORMATE, e constitui um guia para o desenho e execução de pavimentos isolados termicamente com estes materiais, tanto em obra nova como em reabilitação.



## Isolar pavimentos

Nos edifícios, as perdas de calor através dos pavimentos poderão atingir 20% das perdas totais, valor efectivamente importante e que justifica um cuidado especial em relação ao comportamento térmico dos pavimentos, quer sejam pavimentos em contacto com o terreno (soleira), sobre espaços de ar ventilados (laje sanitária), directamente sobre espaços não úteis ou exteriores. A temperatura superficial do solo poderá ser bastante inferior à temperatura ambiente interior de conforto, o que provoca, em edifícios com pavimentos não isolados, falta de conforto e aumenta consideravelmente o risco de condensação superficial. A forma mais fácil e eficiente de evitar o desconforto e o risco de condensações consiste em isolar termicamente o pavimento com um material de isolamento térmico adequado para esta aplicação.

De acordo com o tipo de utilização do edifício, os pavimentos estarão sujeitos a diferentes tipos de solicitações, para as quais deve estar preparado o material de isolamento térmico. Assim, podem ser distinguidos essencialmente três tipos de pavimentos:

- »»» Pavimentos residenciais ou comerciais, nos quais as acções de compressão são reduzidas.

- »»» Pavimentos industriais e com circulação de veículos ligeiros, nos quais as acções de compressão são consideráveis.
- »»» Pavimentos industriais especiais e com circulação de veículos pesados, nos quais as acções de compressão são muito elevadas.

O isolamento térmico poderá ser colocado:

- »»» Sobre o suporte do pavimento.
- »»» Sob o suporte do pavimento.
- »»» Sobre o terreno (nos casos de pavimentos térreos).



FLOORMATE – Isolamento térmico de pavimentos

## Requisitos de um isolamento térmico para pavimentos

Independentemente das suas propriedades como isolamento térmico (extremamente importantes), há que avaliar num material de isolamento térmico as suas capacidades para estar aplicado em pavimentos, mantendo o seu comportamento e a durabilidade de todas as suas propriedades ao longo do tempo. Assim, são factores determinantes:

- »» a resistência à compressão, uma vez que o isolamento térmico dum pavimento estará sujeito a cargas permanentes.
- »» a resistência à humidade e à água, uma vez que humidades provenientes do terreno, de condensação ou a própria humidade de construção poderão estar em contacto com o isolamento.

Estas duas propriedades determinam a capacidade que o material de isolamento terá para manter a sua resistência térmica durante toda a sua vida útil.

Uma adequada resistência à compressão permitirá a manutenção da sua espessura, determinante para a resistência térmica, enquanto que a insensibilidade à água evitará absorção de humidade que provocaria o aumento da condutibilidade térmica.

## FLOORMATE, a solução STYROFOAM para pavimentos

As placas de isolamento térmico FLOORMATE 200-A, FLOORMATE 500-A e FLOORMATE 700-A são produtos especialmente concebidos para o isolamento térmico de pavimentos, apresentando excelentes propriedades. Elevada resistência à compressão, sendo cada produto FLOORMATE destinado ao isolamento térmico de pavimentos com diferentes condições de carga:

- »» FLOORMATE 200-A, para pavimentos residenciais e comerciais: resistência mínima à compressão = 200 kPa.
- »» FLOORMATE 500-A, para pavimentos industriais e com circulação de veículos ligeiros (ex.: coberturas/parque de estacionamento): resistência mínima à compressão = 500 kPa.
- »» FLOORMATE 700-A, para pavimentos industriais especiais e com circulação de veículos pesados (ex.: naves industriais com circulação de veículos pesados): resistência mínima à compressão = 700 kPa.

Insensibilidade à humidade e à água, o que permite o contacto directo das placas FLOORMATE com o terreno. Grande resistência à difusão do vapor de água (factor  $\mu = 80$  a  $180$  para FLOORMATE 200-A e factor  $\mu = 150$  a  $220$  para FLOORMATE 500-A) de modo que, sem a necessidade de uma barreira pára-vapor e na maior parte dos casos, são anulados os riscos de condensação.

Excelente condutibilidade térmica (muito baixa),  $\lambda$ D:  $0.035$  W/mK para FLOORMATE 200-A e  $\lambda$ D:  $0.036$  W/mK para FLOORMATE 500-A (valores declarados segundo a norma EN 13164). Classificação de reacção ao fogo Euroclasse E, segundo a norma EN 13501-1.

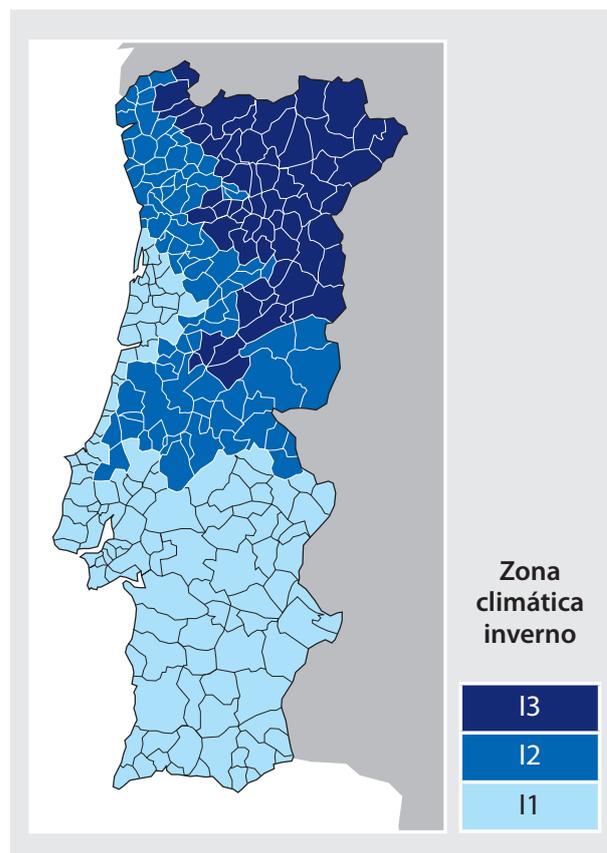
## Considerações de projecto

### Controlo térmico

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, foi o primeiro instrumento legal que em Portugal impôs requisitos ao projecto de edifícios novos e de grandes remodelações, de forma a salvaguardar as necessidades de conforto sem recurso a consumos excessivos de energia, assim como garantir a minimização de efeitos patológicos derivados de condensações nos elementos da envolvente.

No entanto, a alteração de alguns pressupostos que serviram de base a este diploma (tal como o aumento de exigências a nível de conforto e o crescente recurso a equipamentos de climatização), assim como a necessidade de melhorar a qualidade dos edifícios de forma a reduzir os seus consumos de energia e conseqüentes emissões de gases que contribuem para o aquecimento global, levaram a que este regulamento fosse revisto sendo as exigências actualizadas para o contexto energético actual. Esta revisão é também um requisito da directiva 2002/91/CE do parlamento europeu referente à eficiência energética dos edifícios. A revisão acima referida, deu origem ao “novo” Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) – Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, que entre outras alterações apresenta também novos valores de Coeficientes de transmissão térmica (U) para os pavimentos passíveis de serem considerados como elementos da envolvente.

No Anexo IX do RCCTE são indicados os valores dos coeficientes de transmissão térmica U, de referência e máximos admissíveis, em função das zonas climáticas (definidas no Anexo III) e do tipo de envolvente.



### Valores dos coeficientes de transmissão térmica U ( $W/m^2C$ ), de referência e máximos admissíveis.

#### Envolvente horizontal

	Zona climática					
	I1		I2		I3	
	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx	Uref.	Umáx
Elementos exteriores em zona corrente (pavimentos)	0,50	1,25	0,45	1,00	0,40	0,90
Elementos interiores em zona corrente (tectos ou pavimentos)	1,00	1,65	0,90	1,30	0,80	1,20

## Considerações de projecto

Os valores de U acima mencionados são facilmente satisfeitos na envolvente opaca horizontal de edifícios utilizando placas de isolamento térmico FLOORMATE, e considerando todas as soluções construtivas de pavimentos.

### INÉRCIA TÉRMICA:

Para aproveitar ao máximo a capacidade calorífica da construção, recomenda-se que as placas FLOORMATE sejam aplicadas sob a soleira ou sob a laje (conforme o caso). Pelas suas propriedades, não se alterará a sua resistência térmica, ainda que em contacto com o terreno e, assim colocadas colaboram com toda a eficácia possível para o melhor aproveitamento da inércia térmica do edifício, contribuindo para a estabilização da temperatura interior face às variações da temperatura exterior, permitindo ainda evitar o risco de ocorrência do fenómeno de condensação.

### Controlo de condensações

O método que permite analisar o risco de ocorrência de condensação baseia-se no desenho dos gráficos de perfil de temperaturas e de pressão de vapor (pressão de saturação e pressão real) correspondentes ao pavimento.

O procedimento de cálculo está descrito na norma europeia EN 13788, baseada, por sua vez, na norma alemã DIN 4108 (diagrama GLASER de pressões de vapor).

A informação necessária para a realização deste cálculo é a seguinte:

- »» temperatura e condições higrotérmicas interiores e exteriores.

- »» espessura de cada camada componente do pavimento.
- »» condutibilidade térmica (ou resistência térmica) de cada camada componente do pavimento.
- »» resistência à difusão do vapor de água de cada camada componente do pavimento.

Utilizando esta informação é possível obter o perfil de pressão de vapor através do pavimento. Se a linha de pressão real cruzar ou tocar a linha de pressão de saturação, haverá lugar a condensação no pavimento. Cabe realçar que, quanto maior for a resistência à passagem de vapor de água de um material isolante, menor será o risco de condensação.

As placas de isolamento térmico FLOORMATE apresentam, como todos os produtos STYROFOAM, a resistência à passagem de vapor das mais elevadas de todos os isolamentos térmicos correntemente empregues em construção (factor  $\mu = 100$  a  $200$ ). Se for prevista a instalação de uma camada impermeável (como por exemplo um filme de polietileno), é aconselhável a sua aplicação sobre as placas FLOORMATE, como forma de se evitar o risco de condensação. No caso de uma câmara frigorífica, a "face quente" do isolamento será a exterior (e não a interior), pelo que esta camada impermeável, a ser aplicada, deverá sê-lo sob as placas FLOORMATE. Desta forma, o fluxo de vapor, que toma a direcção interior-exterior (direcção contrária em câmaras frigoríficas), é detido ou demorado num plano que se mantém quente e, portanto, onde o valor da temperatura não chegará ao valor da temperatura do ponto de orvalho, pelo que não haverá condensação.

## Considerações de projecto

### Comportamento mecânico

Em conjunto com os valores da resistência à compressão a “curto prazo”, há que considerar a fluência ou deformação a longo prazo sob carga permanente.

Nos métodos de ensaio e cálculo para determinar a fluência é admitida uma deformação máxima de 2%, num período de tempo que se pode prolongar até 50 anos.

Como em todos os produtos STYROFOAM, no caso das placas de isolamento térmico FLOORMATE assegura-se uma deformação a longo prazo, sob cargas permanentes, inferior ao limite admissível, estabelecendo os limites de carga permanente apresentados na tabela 01.

Tabela 01

Produto	Carga constante máx. para fluência < 2%	Aplicação
FLOORMATE 200	60 kPa	Pavimentos residenciais e comerciais
FLOORMATE 500	180 kPa	Pavimentos industriais Circulação de veículos ligeiros
FLOORMATE 700	250 kPa (25 Ton/m <sup>2</sup> ; 2.5 kg/cm <sup>2</sup> )	Pavimentos industriais Circulação de veículos pesados

#### **Nota: STYROFOAM IB-A ou ROOFMATE TG-A no isolamento térmico de pavimentos sob laje:**

Independentemente do tipo de solicitações e cargas no pavimento, nos casos de isolamento térmico aplicado sob o suporte de pavimentos não-térreos em contacto com o exterior (envolvente exterior) e de pavimentos em contacto com zonas interiores não-úteis (envolvente interior), o material de isolamento térmico mais adequado poderá não ser FLOORMATE, mas sim STYROFOAM IB-A ou ROOFMATE TG-A, dependendo da aplicação específica:

- »» em aplicações de isolamento térmico sob o suporte e com revestimento aderido, serão utilizadas placas STYROFOAM IB-A. Para mais informações de instalação, consultar a informação técnica “Soluções STYROFOAM, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A, Isolamento térmico de paredes e correcção de pontes térmicas”.
- »» em aplicações de isolamento térmico sob o suporte e com revestimento não-aderido (tipo tecto falso), serão utilizadas placas ROOFMATE TG-A. Para mais informações de instalação, consultar a informação técnica “Soluções STYROFOAM, ROOFMATE PT - ROOFMATE TG-A, Isolamento térmico de coberturas inclinadas”.



## Instalação

### Sobre laje ou soleira (figs. 04, 05 e 06)

As placas FLOORMATE são directamente apoiadas sobre a laje ou soleira sem necessidade de qualquer fixação. Devem ficar bem juntas para que não existam juntas abertas, e ser dispostas com juntas transversais desencontradas. A superfície de apoio das placas não deve apresentar irregularidades que impeçam a sua correcta aplicação. Quando necessário, poder-se-á estender uma camada de pequena espessura de areia fina para regularização. Esta camada de areia pode também ter a função de nivelar o piso em caso de passagem de canalizações ou tubagens. Nos pavimentos com acabamento aderido, é necessária a aplicação de um filme de polietileno (ou similar) sobre as placas de isolamento para evitar a passagem de aguadilhas de argamassa que, em contacto com o suporte, formariam pontes térmicas.

Pavimentos residenciais ou comerciais:

- » nos casos de acabamentos assentes em argamassas ou betonilhas, esta camada de assentamento deverá ter 40 mm como espessura mínima.
- » nos casos de acabamentos ligeiros ou colados recomenda-se a execução de uma argamassa de 30 mm de espessura armada com uma malha de 220 g/m<sup>2</sup>.

Pavimentos industriais e com circulação de veículos: sobre a camada de isolamento térmico deve ser aplicado um filme de polietileno (ou similar), sobre o qual se executa uma betonilha armada com especificações e espessura adequadas ao tipo de utilização e solicitações do pavimento.

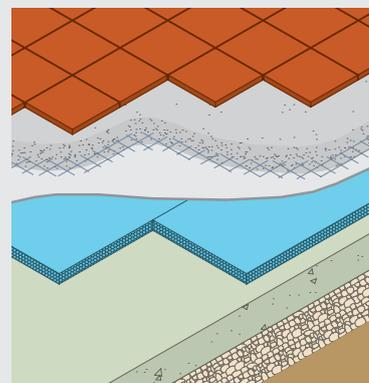
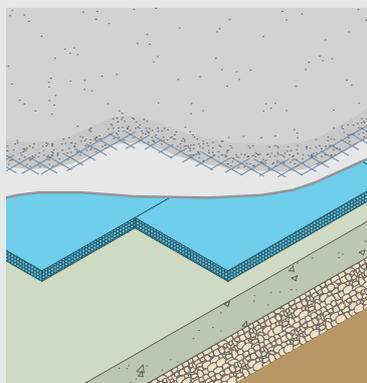
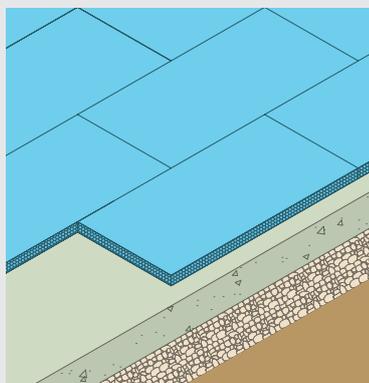


Figura 04

Figura 05

Figura 06

## Instalação

### Sobre o terreno (sob a soleira) (figs. 07, 08, 09 e 10)

O terreno deve estar bem compactado. Nas situações em que existam camadas drenantes compostas por gravilha (ou materiais similares) deve ser executada uma superfície regular e contínua de recepção às placas de isolamento, que poderá ser em areia fina. As placas FLOORMATE são dispostas bem juntas e com juntas transversais desencontradas. Os eventuais sistemas de impermeabilização ou barreira à humidade ascensional devem ser executados sobre a superfície de isolamento de forma a estarem na zona “quente” do edifício (zona isolada termicamente). Deve ser confirmada a compatibilidade destes sistemas e a sua forma de aplicação com o poliestireno extrudido (XPS).

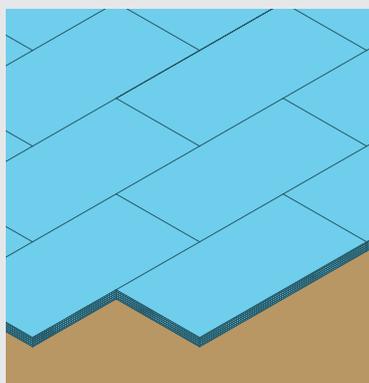
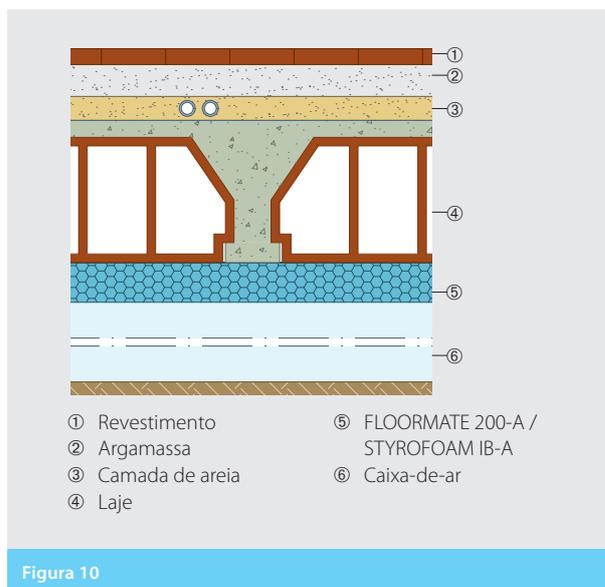


Figura 07

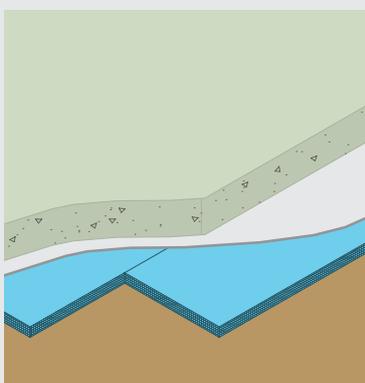


Figura 08

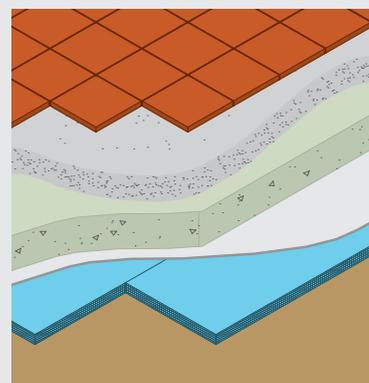


Figura 09

## Instalação

### Sob laje

Nos pavimentos em contacto com o exterior ou com zonas interiores não-úteis, a camada de isolamento térmico pode ser aplicada sob a laje ou suporte. As placas FLOORMATE são fixas à face inferior da laje através de quatro fixações mecânicas (adequadas para poliestireno extrudido - XPS) por placa. No entanto, nos casos de pavimentos não térreos em contacto com o exterior ou com zonas interiores não-úteis, e em que se execute um acabamento para além da aplicação do isolamento térmico, o material de isolamento térmico mais adequado poderá não ser FLOORMATE, mas sim STYROFOAM IB-A ou ROOFMATE TG-A, dependendo da aplicação específica:

- » em aplicações de isolamento térmico sob o suporte e com revestimento aderido, serão utilizadas placas STYROFOAM IB-A. Para mais informações de instalação, consultar a informação técnica “Soluções STYROFOAM, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A, Isolamento térmico de paredes e correcção de pontes térmicas”.
- » em aplicações de isolamento térmico sob o suporte e com revestimento não-aderido (tipo tecto falso), serão utilizadas placas ROOFMATE TG-A. Para mais informações de instalação, consultar a informação técnica “Soluções STYROFOAM, ROOFMATE PT-A, ROOFMATE TG-A, Isolamento térmico de coberturas inclinadas”.

Nas situações de pavimentos térreos com uma laje sanitária, e quando não seja possível, por falta de espaço de trabalho, a aplicação do isolamento térmico sob a laje após a betonagem, pode recorrer-se a placas STYROFOAM IB-A aplicadas na cofragem. Para mais informações de instalação, consultar a informação técnica “Soluções STYROFOAM, WALLMATE CW-A, STYROFOAM IB-A, Isolamento térmico de paredes e correcção de pontes térmicas”.

### Outras aplicações

**Pavimentos aquecidos** (fig. 11):

As placas FLOORMATE são dispostas como indicado no capítulo “Instalação sobre laje ou soleira”. Sobre o isolamento térmico é aplicado o sistema de aquecimento do pavimento, quer seja eléctrico ou à base de água quente.

Como forma de serem evitadas quaisquer perdas de calor, o pavimento deve estar isolado termicamente no encontro de topo com todos os elementos verticais (paredes, etc.). Este isolamento é realizado com FLOORMATE.



Aquecimento por piso radiante

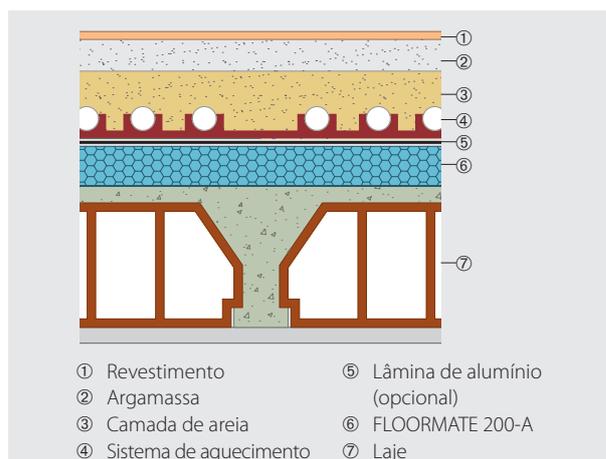


Figura 11 >> Isolamento em pavimentos aquecidos

**Câmaras frigoríficas** (fig. 12):

Dadas as elevadas cargas, tanto estáticas como dinâmicas, específicas de uma câmara frigorífica, são aplicadas placas de isolamento térmico com maior resistência à compressão FLOORMATE 500-A ou FLOORMATE 700-A.

Tendo em conta o elevado gradiente de pressão de vapor (sobretudo em câmaras de congelação), deve ser aplicada uma barreira pára-vapor na face exterior do isolamento térmico (“face quente” tomando a estação de Inverno como referência), tendo em conta que a temperatura dentro da câmara será inferior à temperatura exterior.

## Instalação

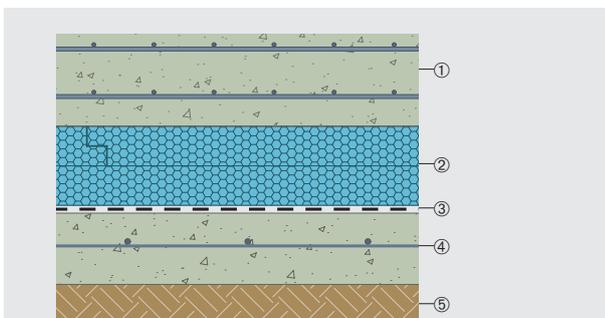


Pavimentos de naves industriais



Pavimentos de câmaras frigoríficas

Na maior parte das situações, e dada a exigência de grandes espessuras de isolamento térmico, são aplicadas duas camadas de placas FLOORMATE, sobrepostas com juntas desencontradas. Para evitar a eventual congelação do terreno sob o pavimento, poderá ser necessário equacionar a execução de uma soleira aquecida ou de uma caixa-de-ar devidamente ventilada entre o isolamento térmico e o terreno. O acabamento de pavimento sobre as placas FLOORMATE deve ter especificações e espessura adequadas ao tipo de utilização e solicitações do pavimento da câmara frigorífica.



- ① Laje de betão
- ② FLOORMATE 500-A/  
FLOORMATE 700-A
- ③ Barreira pára-vapor
- ④ Soleira aquecida (opcional)
- ⑤ Terreno

Figura 12 >> Isolamento de pavimentos em câmaras frigoríficas

### Naves industriais:

Em pavimentos de naves industriais, e dependendo do tipo de cargas e solicitações específicas da função do edifício, deve ser equacionado um sistema de isolamento térmico e de acabamento do pavimento adequados. Dependendo das cargas à compressão, o isolamento térmico será em placas FLOORMATE 500-A ou FLOORMATE 700-A. Os métodos de aplicação e execução seguem as indicações e recomendações acima descritas.



FLOORMATE 500-A / FLOORMATE 700-A – Parques de estacionamento



FLOORMATE 500-A / 700-A, pavimentos especiais

### Coberturas - Parques de estacionamento:

Nas coberturas planas que tenham por função adicional constituir parque de estacionamento, as placas para isolamento térmico de coberturas planas invertidas ROOFMATE SL-A não dispõem de resistência à compressão suficiente. Assim, devem ser utilizadas placas FLOORMATE 500-A ou FLOORMATE 700-A (de acordo com o tipo de cargas). As recomendações de instalação são semelhantes às de execução de um sistema de isolamento térmico em coberturas planas invertidas. O acabamento/pavimento da cobertura deve ter em conta as especificações e espessura adequadas ao tipo e solicitações de utilização.

## Instalação

É recomendável, como acabamento, uma camada de betão armado com espessura adequada (mínimo de 100 mm) e com juntas de dilatação de 2mm de espessura afastadas de 4 a 5 m. Entre a betonilha e as placas FLOORMATE, deve ser interposto um sistema de dessolidarização e dispersão de vapor composto por:

1. Feltro sintético não-tecido com 170 g/m<sup>2</sup> (como mínimo).
2. Camada de 30 mm de gravilha ou seixo rolado com granulometria 3 - 15 mm.
3. Feltro sintético não-tecido com 170 g/m<sup>2</sup> (como mínimo).



Pavimentos industriais, aplicação do isolamento térmico

## Normas e Certificação

### Principais referências normativas:

- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 40/90 de 6 de Fevereiro, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios.
- »» Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei no 80/2006 de 4 de Abril, instrumento legal que regulamenta as condições térmicas dos edifícios e que substitui o Decreto-Lei no 40/90 a partir de Julho de 2006.
- »» Directiva 2002/91/CE sobre eficiência energética de edifícios
- »» Directiva 89/106/CE sobre produtos para a construção
- »» EN 13164. Produtos de isolamento térmico para aplicação na construção. Produtos produzidos em poliestireno extrudido (XPS) – Especificação

### Marcação CE

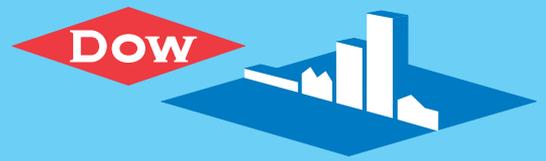
- »» Conformidade com a norma EN 13164 para todos os produtos de XPS fabricados pela Dow na Europa

### Certificado de produto

- »» Marca AENOR concedida ao produto FLOORMATE 200-A, segundo norma EN 13164 Certificações de produto para FLOORMATE 500-A e FLOORMATE 700-A, referentes ao país de origem e segundo a norma EN 13164

## Precauções de utilização

As placas de isolamento térmico ROOFMATE, WALLMATE, FLOORMATE sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. A temperatura máxima de trabalho, em serviço permanente, é de 75 °C. As placas ROOFMATE, WALLMATE, FLOORMATE, em contacto directo com substâncias ou materiais que contenham componentes voláteis, ficam expostas ao ataque de solventes. Ao seleccionar uma cola ou outro meio aderente, devem ser tidas em conta as recomendações do fabricante no que diz respeito à sua compatibilidade com a espuma de poliestireno. As placas ROOFMATE, WALLMATE, FLOORMATE podem ser armazenadas ao ar livre. Não são afectadas por chuva, neve ou gelo. A sujidade acumulada pode ser facilmente lavada. Se as placas são armazenadas por um longo período de tempo, devem ser protegidas da luz solar directa, de preferência na sua embalagem original. As placas ROOFMATE, WALLMATE, FLOORMATE contêm um aditivo retardante de chama a fim de evitar a ignição accidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso. Todas as classificações relativas à reacção ao fogo baseiam-se em ensaios realizados em pequena escala e poderão não reflectir a reacção do material perante condições de fogo real.



## **Dow - Soluções para a Construção**



## **Projectos de referência**

## Projectos de referência - Portugal



Edifício Éden - Lisboa



C. Cultural de Belém - Lisboa



Green Park - Lisboa



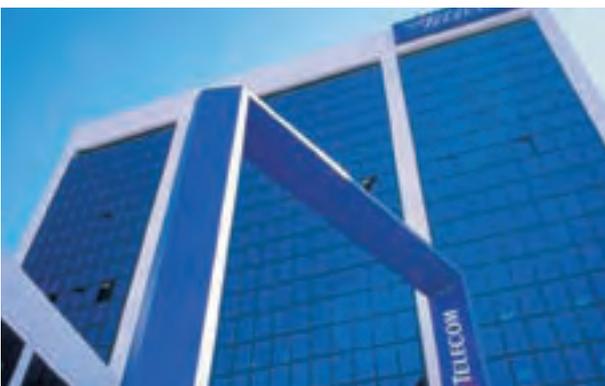
Oporto Center - Porto



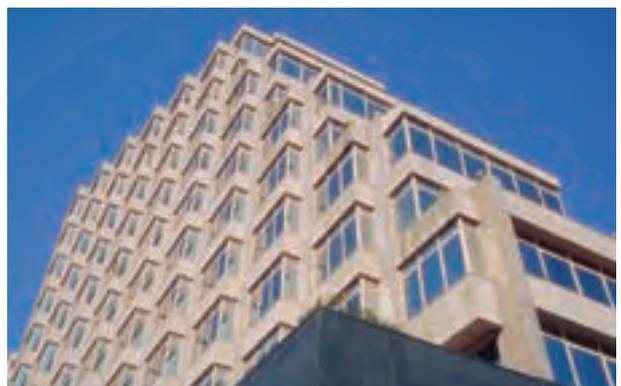
Torres de Lisboa - Lisboa



Av. da Liberdade 245 - Lisboa



Portugal Telecom - Lisboa



Edifício Mozart - Porto

## Projectos de referência - Europa



Sony Center - Berlim - Alemanha



Aeroporto - Atenas - Grécia



Estádio - Atenas - Grécia



Aquário Oceânico - Genova - Itália



Kursaal - S. Sebastian - Espanha



Vetta Hotel - Portofino - Itália



Galerias Lafayette - Berlim - Alemanha



Esplanada do Louvre - Paris

## Notas



**Nota:**

As informações e os dados contidos na presente brochura não representam especificações de venda exactas. As características dos produtos referidos podem variar. As informações contidas no presente documento foram disponibilizadas de boa-fé, porém, não sugerem qualquer responsabilidade, garantia ou certeza sobre o desempenho dos produtos. Compete ao comprador determinar se os produtos da Dow se adequam à aplicação pretendida e garantir que o local de trabalho e o método de aplicação cumprem a legislação em vigor. Não é concedida qualquer licença relativamente ao uso de patentes ou outros direitos de propriedade industrial ou intelectual. Na eventualidade de adquirir produtos da Dow, aconselhamos o cumprimento das sugestões e recomendações mais actualizadas.

**Distribuidor:**



**DOW Portugal Soc. Unip. Lda**  
**Soluções para a Construção**  
**Ecoparque 3860-529 Estarreja - Portugal**

**Tlf: 808 200 620**  
**Fax: 808 200 630**

**E-Mail: [styrofoam-pt@dow.com](mailto:styrofoam-pt@dow.com)**  
**Internet: [www.styrofoameurope.com](http://www.styrofoameurope.com)**