

0100 CATÁLOGO DE PRODUTO

0111 COBERTURAS INVERTIDAS

0130 FACHADAS

0150 ELEMENTOS ENTERRADOS

0151 PROTECÇÃO SÍSMICA DE FUNDAÇÕES

**fibran**

# 0150

Design: FIBRAN, S.A. Janeiro 2018, GEP-10-CT-04 Revisão: 25-01-2018

**fibran**

IBERFIBRAN  
Poliestireno Extrudido, SA


Av. 16 de Maio - Zona Industrial de Ovar  
3880-102 Ovar - Portugal

Tel.:+351 256 579 670 | Fax:+351 256 579 674

iberfibran@iberfibran.pt | www.fibran.com.pt

## ELEMENTOS ENTERRADOS

Instruções para a instalação  
de Placas de isolamento térmico FIBRANxps



# em elementos

# Porquê?

O isolamento térmico **FIBRANxps** atua como um eficiente **ESCUDO ENERGÉTICO** nos elementos enterrados dos edifícios.

As placas de isolamento térmico **FIBRANxps** são constituídas por poliestireno extrudido, com uma estrutura de células fechada, que devido às suas características físicas (elevada resistência à compressão, excelente capacidade de isolamento térmico e não absorção de humidade) permitem o isolamento térmico em ambientes húmidos, onde outros isolamentos falham.

**FIBRANxps** e a **impermeabilização** complementam-se:

- O edifício, ou parte deste, tem que ser protegido contra a entrada de água através da impermeabilização.
- A impermeabilização tem que ser protegida de danos mecânicos e de grandes amplitudes térmicas com sólidos e duráveis isolamentos térmicos, que permitam uma proteção a longo prazo em ambientes húmidos.

A combinação da camada de impermeabilização com o isolamento térmico **FIBRANxps** permite garantir uma boa durabilidade e mantém a estabilidade térmica em elementos construtivos, como coberturas, fachadas, paredes e elementos enterrados.

## I. Proteção de elementos construtivos em contacto com o terreno (contra perdas térmicas e humidade)

Um espaço enterrado com uma fraca ou deficiente impermeabilização causa muitos problemas quer aos construtores, quer aos utilizadores do espaço. A correcção deste problema é possível, mas acarreta custos elevados.

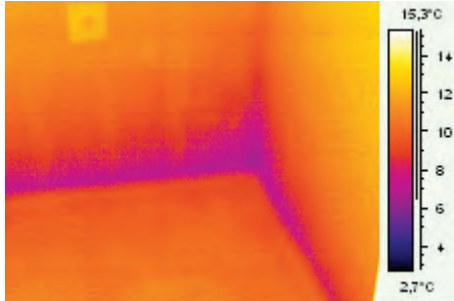


Imagem de uma parede enterrada de um espaço habitado não aquecido (imagem capturada com uma câmara termográfica).



Humidade e bolores, prejudiciais à saúde, visíveis na parede.

Se a impermeabilização das paredes for mecânica e termicamente protegida, através de placas sólidas com elevado desempenho térmico e repelentes à água, tais como as placas FIBRANxps, as membranas de impermeabilização permanecerão sem danos, os espaços enterrados permanecerão secos e a parede termicamente isolada manterá a temperatura do espaço, melhorando o conforto interior.

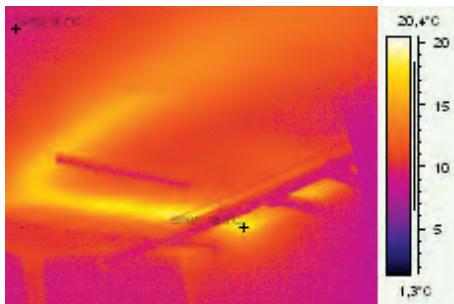


Imagem capturada com câmara térmica mostra uma ponte térmica no teto e parede de um espaço enterrado não aquecido.



Consequência: grandes perdas térmicas e espaços termicamente desconfortáveis. Em espaços aquecidos acima de zonas frias são visíveis condensações e bolores.

## II. Proteção de elementos construtivos em contacto com o terreno (contra o gelo)

A estabilidade de estruturas como torres (pilares) eléctricas, estruturas de suporte de aerogeradores e pontes, para além da exposição às cargas normais a que estão sujeitas, de torsão e flexão, estão também expostas a variações térmicas que dependem da capacidade de carga das fundações.



O isolamento térmico à volta das fundações garante estabilidade em construções expostas a variações térmicas.



Congelamento de terreno pantanoso, nomeadamente na presença elevada de água, causa danos em estradas e sistemas de drenagem.

Quando congelado, um solo não drenado aumenta de volume e pode causar deformações em pavimentos rodoviários, em construções e estruturas com fundações superficiais, bem como ameaçar a estabilidade das próprias estruturas.

# O ESCUDO ENERGÉTICO NAS CONSTRUÇÕES ENTERRADAS

O isolamento térmico das construções enterradas está exposto a exigentes condições, como as cargas próprias dos edifícios, pressões ativas e passivas do solo, humidade constante do terreno, longa exposição a ciclos de gelo/degelo, e também a possíveis danos mecânicos durante a construção do edifício. Sob estas condições o desempenho real da maior parte dos isolamentos térmicos perde-se.

O poliestireno extrudido (XPS) é um dos poucos isolamentos térmicos adequados para a utilização no solo. As placas rígidas de isolamento térmico, com uma negligenciável absorção de humidade, são produzidas por um processo de extrusão especial e mantêm as suas propriedades físicas e construtivas, mesmo quando utilizadas em terrenos saturados.

O XPS é um dos isolamentos térmicos mais económicos e eficientes a utilizar em elementos enterrados e por isso é designado como o “**ESCUDO ENERGÉTICO**” em construções enterradas.

## Porque é tão importante o isolamento de elementos enterrados durante cada fase do processo construtivo?

- Geralmente é difícil o acesso aos elementos enterrados do edifício posteriormente
- É mais exigente e difícil a correção de eventuais erros após a construção
- Trabalhos de reparação consomem muito tempo
- Trabalhos de reparação poderão elevar os custos várias vezes comparativamente a uma instalação inicial correta do isolamento térmico.

## FIBRANxps - durável e eficiente isolamento térmico em construções enterradas

As placas de isolamento térmico sob a marca FIBRANxps são produzidas com diferentes características físicas dependendo da sua posterior aplicação ou uso.

As placas de isolamento térmico para elementos enterrados, aplicadas em ambientes húmidos, têm elevadas resistências declaradas à compressão (de 300 a 700 kPa). As placas de FIBRANxps são produzidas de forma rectangular com uma superfície repelente à água (pele) e com bordos meia-madeira (forma de “L”) para permitir um simples e adequado isolamento, prevenindo deste modo as pontes térmicas.



Placas de isolamento térmico FIBRANxps 300-L

As placas de isolamento, como o FIBRANxps 300-L, que são as mais frequentemente utilizadas para a proteção dos elementos enterrados têm a superfície lisa, uma resistência à compressão declarada de 300kPa (mais de 30ton/m<sup>2</sup> com 10% de deformação), com um mínimo de absorção de água por difusão de WD(V)3 e por imersão total de WL(T)0,7.

### As propriedades térmicas dos produtos FIBRANxps que cumprem as exigências nacionais e europeias, para variadas utilizações em elementos enterrados, são:

FIBRANxps	c/l [mm]	d [mm]	CS(10\Y)i [kPa]	CC(2/1,5/50) [kPa]	mín. exigido CC(2/1,5/50) [kPa]	WD(V)i [vol.%]	máx. permitido WD(V)i [vol.%]	FTi	mín. exigido FTi	$\lambda_D$ [W/mK]
300-L	1250/600	30-120	300	115	90	WD(V)3	WD(V)5	FT2	FT1	0,034-0,038
400-L	1250/600	30-60	400	-	-	WD(V)3	WD(V)5	FT2	FT1	0,034-0,038
500-L	1250/600	50-120	500	165	150	WD(V)3	WD(V)5	FT2	FT1	0,034-0,038
700-L*	1250/600	50-120	700	-	200	WD(V)3	WD(V)5	FT2	FT1	0,034-0,038

• CS(10\Y) resistência à compressão  
 • CC(2/1,5/50) resistência à fluência sob compressão  
 \* Sob encomenda

• WD(V)i absorção de água por difusão a longo prazo  
 • FTi resistência ao gelo/degelo

•  $\lambda_D$  condutibilidade térmica declarada

**Nota:** As propriedades técnicas das placas de isolamento térmico FIBRANxps excedem muitos dos requisitos das Normas (DIN 4108-10, ON B6000...). Considerando a necessidade de resistência à compressão o produto é selecionado pelo engenheiro de estruturas.

# I. PROTEÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS EM CONTACTO COM O TERRENO

1. Coberturas verdes
2. Soco de fachadas
3. Paredes enterradas
4. Fundações e lajes térreas
5. Lajes de fundação - em edifícios de baixo consumo energético

## 1. Coberturas Verdes



A execução do isolamento térmico das coberturas verdes está descrito na brochura 0111 – Coberturas planas invertidas (brevemente).

As coberturas verdes invertidas são elementos construtivos que estão em contacto directo com o solo e/ou com a água da chuva. Todos os elementos expostos à água requerem especiais cuidados na sua execução. Relativamente às coberturas verdes apenas uma parte da sua construção está em contacto com o solo e com a água, mas no caso de coberturas verdes invertidas o isolamento térmico também está em contacto com a humidade, pois o isolamento protege a camada de impermeabilização contra as grandes variações térmicas e danos mecânicos permitindo assim o aumento da sua durabilidade e da própria cobertura.

## 2. Soco de fachadas

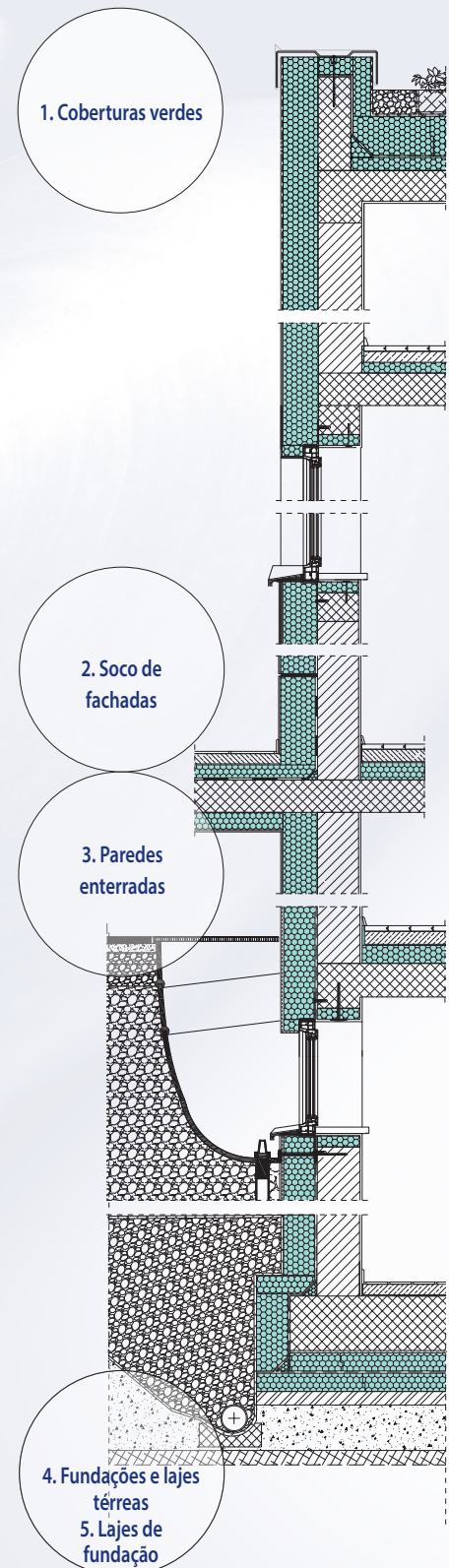


A execução do isolamento térmico dos socos dos edifícios está descrito na brochura 0130 – Fachadas.

O soco das fachadas é um elemento construtivo que liga as fachadas com as paredes enterradas ou com as fundações do edifício. No contacto com o terreno o soco está exposto à água da chuva e à humidade do solo. Como a resistência à humidade é uma das propriedades mais importantes do isolamento térmico do rodapé do edifício, o isolamento de poliestireno extrudido, como o FIBRANxps ETICS é usualmente utilizado nestes elementos.

**Nota:**

Se o isolamento térmico FIBRANxps ETICS em socos atingir o nível abaixo do terreno é necessário garantir a correcta drenagem da água pluvial. Outro tipo de placas de isolamento, FIBRANxps 300-L com superfície lisa (absorção mínima de água) devem ser utilizadas para garantir um isolamento térmico durável nesse ambiente húmido.



### 3. Paredes enterradas

Paredes exteriores enterradas, assim como todos os outros elementos do edifício que estão em contacto com o terreno húmido ou que se encontram abaixo do nível freático, necessitam de ser construídos de forma estanque ou protegidos contra os efeitos da humidade, através de membranas de impermeabilização ou revestimentos adequados.

A impermeabilização está exposta a danos mecânicos não só durante a fase de construção, mas também posteriormente, por isso é necessária uma camada sólida, repelente à água, de poliestireno extrudido como o FIBRANxps 300-L, que preenche os requisitos de isolamento abaixo do terreno. Esta camada sólida deve ser adicionada à impermeabilização de espaços aquecidos e não aquecidos, para garantir uma protecção mecânica à membrana de impermeabilização e/ou um desempenho energético favorável.



#### Vantagens em isolar as paredes enterradas:

- Garantia de estabilidade térmica no interior dos espaços,
- Prevenção na formação de condensações na superfície interior da parede,
- Protecção da impermeabilização de danos mecânicos,
- Protecção da impermeabilização dos efeitos nocivos da temperatura evitando assim o rápido envelhecimento do material.

#### Espessura do isolamento térmico

##### - ESPAÇOS ENTERRADOS E AQUECIDOS

A espessura mínima de isolamento térmico em paredes enterradas de espaços aquecidos é determinada de acordo com a legislação nacional de desempenho térmico, nomeadamente, o REH (Regulamento de Desempenho Térmico dos Edifícios). No entanto, para edifícios de baixo ou muito baixo balanço energético a espessura aumenta consideravelmente pois é necessário atingir um desempenho energético ótimo. Este tipo de edifícios requer uma maior espessura de isolamento, mas para além disso precisa também de uma perfeita correção das pontes térmicas.

No caso dos “nearly zero energy buildings” ou seja, dos edifícios de balanço energético quase zero, são necessárias espessuras elevadas e portanto as placas de isolamento térmico são aplicadas, muitas vezes em duas camadas, coladas entre si.

A determinação da espessura do isolamento depende da sua condutibilidade térmica, da transmitância térmica da parede e seu dimensionamento, e desempenho térmico do edifício. Como ajuda no pré-dimensionamento pode ser usado o ábaco desenvolvido para várias soluções construtivas, pela Iberfibran, com as espessuras adequadas de isolamento térmico FIBRANxps.

##### - ESPAÇOS ENTERRADOS NÃO AQUECIDOS

Espaços enterrados não aquecidos onde o impacto das variações térmicas anuais nas temperaturas do terreno são negligenciáveis podem ser térmica e mecanicamente protegidos com uma espessura mínima de isolamento adequado (30 mm), servindo assim de protecção mecânica à impermeabilização e em simultâneo como uma protecção térmica mínima, evitando a formação de orvalho e bolores na superfície interior das paredes enterradas.

As construções isoladas termicamente de espaços não aquecidos, dependendo das suas características podem ser consideradas no balanço térmico do edifício e na sua classe energética.

#### Seleção do isolamento térmico

Para fornecer um sólido e efectivo “**ESCUDO ENERGÉTICO**” da parede enterrada é geralmente suficiente a aplicação de placas de FIBRANxps 300-L com as adequadas propriedades técnicas e garantindo a qualidade do isolamento de acordo com a sua aplicação.

As placas de isolamento térmico devem ser cuidadosamente aplicadas em toda a superfície do lado exterior, incluindo as zonas laterais das fundações onde normalmente ocorrem grandes perdas térmicas. As placas são colocadas sobre a camada de impermeabilização plana e limpa, em padrão escalonado e com as juntas bem encostadas.



Colagem de placas de FIBRANxps 300-L com adesivos de borracha butílica.

## Fixação das placas de isolamento térmico XPS

As placas de FIBRANxps são fixadas na camada de impermeabilização com adesivos de cola butílica, ou com espuma especial de poliuretano. Abaixo do nível freático as placas de isolamento térmico devem ser coladas por toda a superfície. Neste caso é recomendado um adesivo “resistente” à água.

Para atingir o desejável desempenho térmico em paredes enterradas deve ser dada especial atenção ao seguinte:

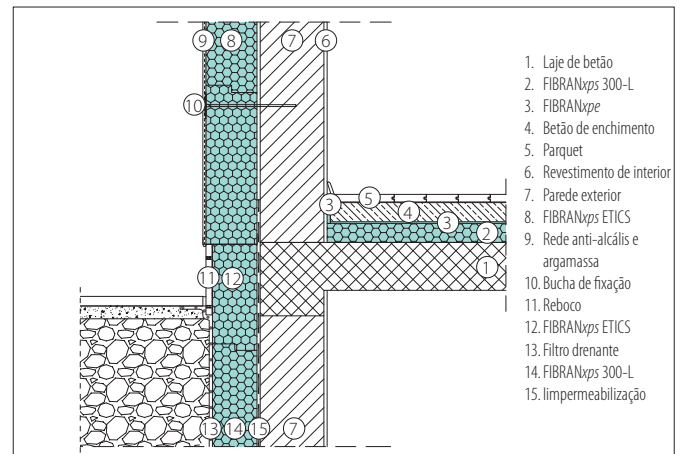
- a) juntas das placas de isolamento, para prevenir potenciais perdas de calor por transmissão nas juntas
- b) execução das ligações entre o isolamento das paredes enterradas e o soco da fachada
- c) execução das ligações entre o isolamento das fundações do edifício e as paredes enterradas
- d) em terrenos pouco permeáveis deve ser instalado um sistema de drenagem em torno do elemento isolado para permitir o correto escoamento das águas das chuvas e da água existente no terreno
- e) pontes térmicas, como as causadas pelas instalações técnicas, poços de luz e ligações entre espaços aquecidos e não aquecidos.

a.)



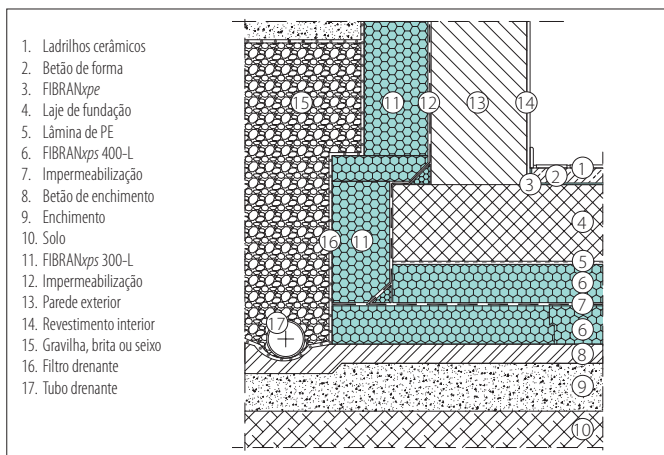
Aplicação de FIBRANxps 300-L com correcto encaixe nas juntas cruzadas.

b.)



Pormenor 1- Execução da ligação entre o isolamento da parede enterrada, o soco e a fachada.

c.)



Pormenor 2 - Execução da ligação entre o isolamento da laje de fundação e a parede enterrada com o sistema de drenagem.

d.)



Para garantir um desempenho ótimo do isolamento térmico é recomendável a instalação de um adequado sistema de drenagem ao longo de todo o elemento isolado permitindo a drenagem das águas pluviais e do solo.

**e.) Pontes térmicas**

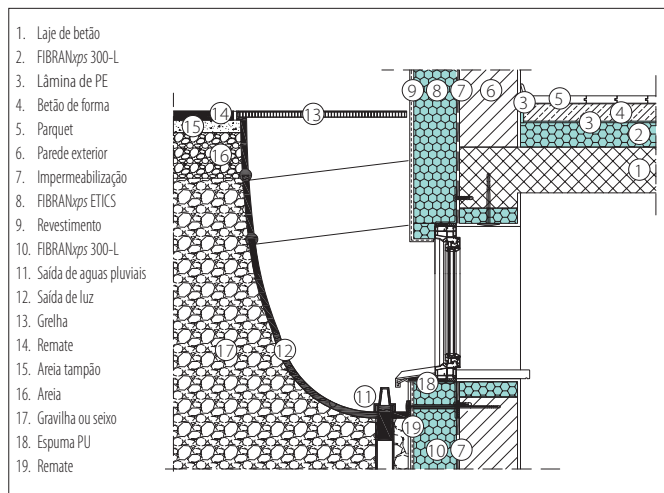
Além de aumentarem as perdas de calor, as pontes térmicas (aumentam a transmissão de calor em comparação com o ambiente direto) podem causar uma visível e desconfortável condensação superficial nos elementos mais frios das paredes e tectos e, consequentemente, dar origem à formação de mofo e bolores.

Por forma a evitar as pontes térmicas, deve ter-se especial atenção a:

- Prevenção de possíveis perfurações do isolamento térmico ao longo de toda a envolvente dos espaços aquecidos do edifício
- Execução cuidadosa da ligação entre os espaços aquecidos e não aquecidos dos edifícios garantindo assim uma perfeita capacidade de carga e um bom desempenho térmico.

Elementos construtivos como entradas de luz, terraços, espaços não aquecidos de edifícios adjacentes ou outras construções individuais precisam de ser separadas ou isoladas, dos espaços aquecidos dos edifícios para evitar o aumento da transmissão de calor e outras consequências indesejáveis como pontes térmicas.

Elementos não aquecidos que precisam de ser ligados a espaços aquecidos devem ser ancorados com reforços de aço inoxidável no isolamento térmico FIBRANxps ou através da produção de uma ancoragem especial.



*Pormenor 3 - Elementos prefabricados, como poços de luz devem ser instalados de acordo com as indicações do produtor. A penetração causada pela ancoragem do poço de luz necessita de ser evidentemente selada. A construção deve ser isolada termicamente da zona fria da entrada de luz.*



Elementos de betão, betonados em obra, são ligados as armadura de aço já existente na obra.



## 4. Fundações e pisos térreos

Pavimentos industriais, oficinas e armazéns, assim como pavimentos junto ao solo e caves, são elementos mais expostos a cargas e humidade que outros pavimentos. Assim, é necessário instalar um isolamento térmico resistente não só a cargas mas também à água que permita manter um bom desempenho energético, e que se mantenha sólido também em situações imprevistas, como inundações.

### Proteção de fundações e lajes de fundação

1. Revestimento interior
2. Parede exterior
3. Parquet
4. Betão de forma
5. Lâmina de PE
6. FIBRANxps 300-L
7. Impermeabilização
8. Betão de regularização
9. Enchimento
10. Solo
11. Betão armado
12. FIBRANxps 300-L
13. Areia
14. Pavimento
15. Rede e primário
16. FIBRANxps ETICS
17. Buchas de fixação
18. Reboco

Pormenor 4 - Proteção da fundação e laje de fundação. Execução da impermeabilização antes da aplicação do isolamento térmico FIBRANxps 300-L.

### Proteção de lajes e pavimentos industriais

1. Laje de pavimento
2. Lâmina de PE
3. FIBRANxps 500-L
4. Impermeabilização
5. Enchimento de brita
6. Laje de betão
7. Solo

Pormenor 5 – Proteção térmica de uma laje industrial com FIBRANxps 500-L. Caso a superfície não apresente a regularidade necessária esta deverá ser regularizada.

### Pavimentos aquecidos em lajes térreas

1. Revestimento (cerâmica, linóleo, etc.)
2. Betão de forma com piso radiante
3. Lâmina de PE isolamento acústico e folhas de protecção
4. FIBRANxps 300-L
5. Impermeabilização
6. Enchimento de brita
7. Solo
8. Solo

Pormenor 6 – Instalação de pavimento radiante sob placas e FIBRANxps 300-L.

A instalação do pavimento radiante sobre a camada de isolamento térmico é uma solução fiável e eficaz. A camada de argamassa sob o sistema de aquecimento deve ser mínima, por forma a possibilitar um rápido e eficiente aquecimento do pavimento. Uma camada de isolamento durável e com a espessura adequada reduz as perdas térmicas através do pavimento. No caso de edifícios de baixo consumo energético o aquecimento é aplicado de forma eficiente na laje de fundação por baixo da qual, o isolamento térmico, com a espessura dimensionada é aplicado.

## 5. Isolamento térmico sob a laje de fundação

### Orientações de projeto

O contínuo isolamento térmico da envolvente de um edifício de baixo consumo energético sem pontes térmicas é garantido se instalado isolamento térmico por baixo das fundações, como por exemplo isolando as lajes de fundação. Esta solução permite baixas perdas térmicas pelo solo sendo esta mais uma forma de atingirmos as exigências de um edifício com estas características.

### Vantagens deste tipo de isolamento:

- Rápida execução e baixos custos
- Isolamento térmico duradouro sem pontes térmicas
- Utilização da massa da laje para acumulação de calor (inércia térmica interior)
- Proteção a eventos sísmicos

À primeira vista a solução de isolar as lajes de fundação pode parecer pouco normal para um engenheiro estrutural bem como para o investidor, mas quando analisamos com mais atenção a exigência de mão de obra, material, tempo, profundidade de escavação, cofragem e a eficiência energética, o resultado em economia de custos prova que a solução de isolamento da laje de fundação é compensadora.

## Construção de fundações em edifícios de baixo consumo energético

### A. Construção e aplicação



*Introdução das infraestruturas, compactação e nivelamento do terreno onde assentará a primeira camada de isolamento térmico FIBRANxps.*



*Instalação de algumas infraestruturas em canais previamente abertos nas placas de isolamento térmico FIBRANxps 400-L.*

Se o dimensionamento da laje de fundação permitir deslocamentos pequenos em caso de actividade sísmica estes podem induzir danos nas instalações de serviço. Nestes casos proteções antisísmicas são planeadas por forma a proteger as canalizações, tubos e acessórios. Todas as perfurações destas instalações reduzem o desempenho energético da envolvente (pontes térmicas) e como tal devem ser isoladas termicamente com grande rigor.

### B. Isolamento térmico da laje de fundação

**Para garantir a estabilidade do edifício e uma efetiva proteção térmica sob a laje de fundação deve ser determinado um adequado isolamento térmico com as propriedades técnicas e físicas indicadas:**

- Condutibilidade térmica mais baixa possível e uma adequada espessura do isolamento
- A resistência à compressão necessária para cargas permanentes
- A mais baixa absorção de água por difusão e imersão a longo prazo
- Garantia de resistência ao gelo
- Adequadas características para instalação sob a laje de fundação

As placas de isolamento térmico FIBRANxps **300-L**, FIBRANxps **400-L**, FIBRANxps **500-L**, FIBRANxps **700-L** respeitam os requisitos acima.

Em Portugal, onde a actividade sísmica é possível em grande parte do território e como tal a protecção sísmica é necessária. A aplicação de placas com resistência à compressão de pelo menos **400 kPa** é recomendável, devido à carga adicional introduzida no terreno devido ao sismo. Este facto foi confirmado através do estudo "SECURITY OF PASSIVE HOUSES DURING AN EARTHQUAKE". As placas de FIBRANxps **400-L** são o isolamento térmico que resiste às cargas de um edifício de 3 pisos ou de objetos com elevada área superficial como jardins de infância, escolas ou pavilhões desportivos. Para edifícios com mais pisos e dimensões desfavoráveis deve ser utilizado um FIBRANxps mais resistente como FIBRANxps **500-L** ou FIBRANxps **700-L**. A solução mais adequada deve ser determinada por peritos em segurança sísmica baseando-se na análise das dimensões, massa e características do edifício. Poderá ler mais na brochura 0151 - Protecção Sísmica de Fundações.

### C. Camada de impermeabilização

A qualidade da impermeabilização e o rigor da sua aplicação abaixo do solo é de extrema importância, pois uma eventual reparação é praticamente impossível ou traz custos elevadíssimos. A adequada impermeabilização é seleccionada de acordo com a sua função e depende das condições climáticas do local.

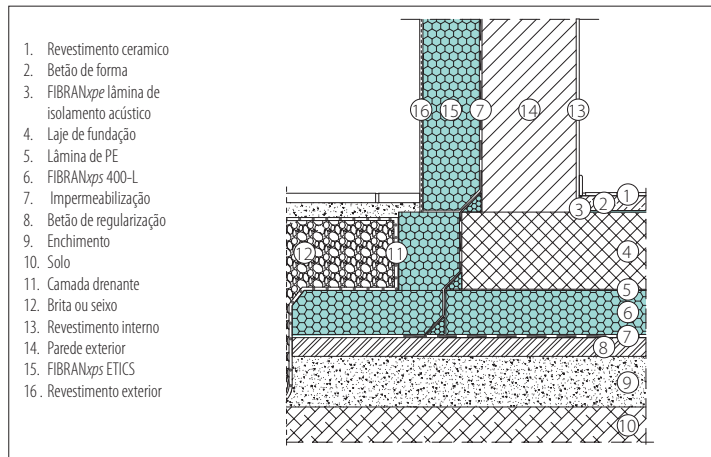
Opções para combinações de isolamento térmico e camadas de impermeabilização:

- a) Impermeabilização abaixo do isolamento térmico
- b) Impermeabilização acima do isolamento térmico
- c) Impermeabilização entre duas camadas de isolamento térmico.
- d) Impermeabilização acima da laje de fundação



Aplicação de impermeabilização auto-adesiva em placas de isolamento térmico FIBRANxps 400-L

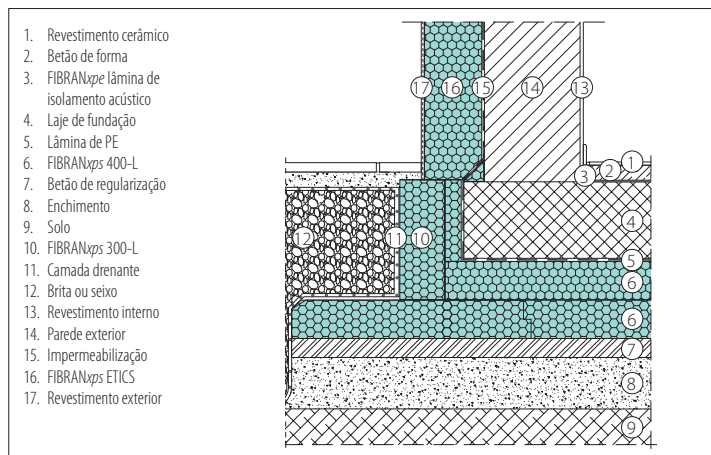
#### a.) Impermeabilização abaixo do isolamento térmico da laje de fundação



Pormenor 7 – Preparação do isolamento térmico na base de um edifício residencial.



#### b.) Impermeabilização acima do isolamento térmico da laje de fundação



Pormenor 8 – Impermeabilização colocada sob FIBRANxps 400-L antes da construção da laje de fundação de um edifício escolar.



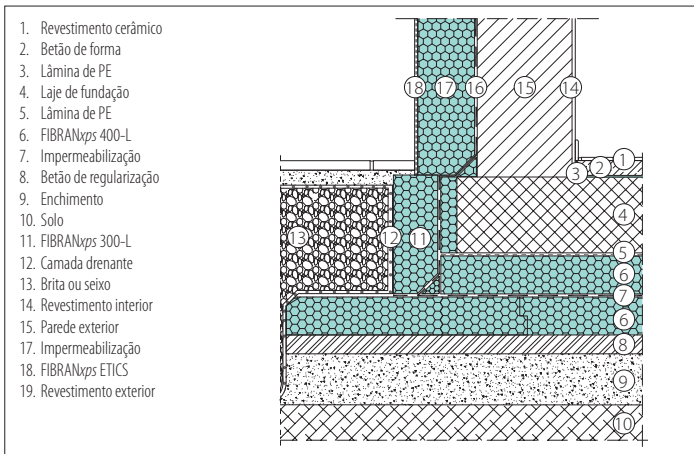
### D. Cofragem de lajes de fundação

A impermeabilização vertical e horizontal pode ser aplicada após a colocação da cofragem e é temporariamente fixada à cofragem da laje antes de betonar o betão. Se o isolamento térmico for colocado em duas camadas a segunda camada de FIBRANxps pode ser colocada na cofragem. (pormenor da página 13).

### E. Aplicação da membrana selante

A membrana selante (lâmina de PE) previne o escorrimento do leite de cimento da mistura do betão. Se as placas estão colocadas de forma precisa ou se a impermeabilização bentonítica for utilizada, a aplicação de membranas selantes não será necessária. (pormenor 8).

**c.) Impermeabilização por baixo da laje de fundação entre duas camadas de isolamento térmico**

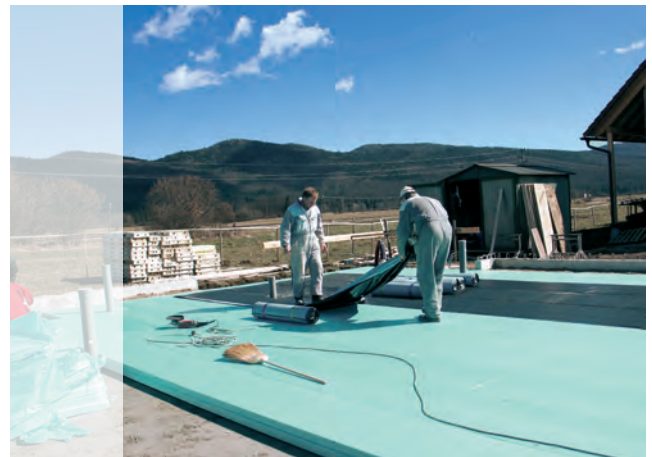


Pormenor 9 - Impermeabilização entre duas placas de FIBRANxps 400-L .

A impermeabilização realizada entre duas camandas de isolamento térmico garante uma proteção durável contra a humidade. Quando a camada de impermeabilização é instalada sobre o poliestireno extrudado utilizam-se membranas de impermeabilização auto-adesivas ou membranas que são unidas com ar quente. A solução mais apropriada para condições climáticas onde as temperaturas de inverno descem abaixo dos -10°C é utilizar uma membrana de impermeabilização betuminosa elastomérica ou polimérica (pormenor 9).

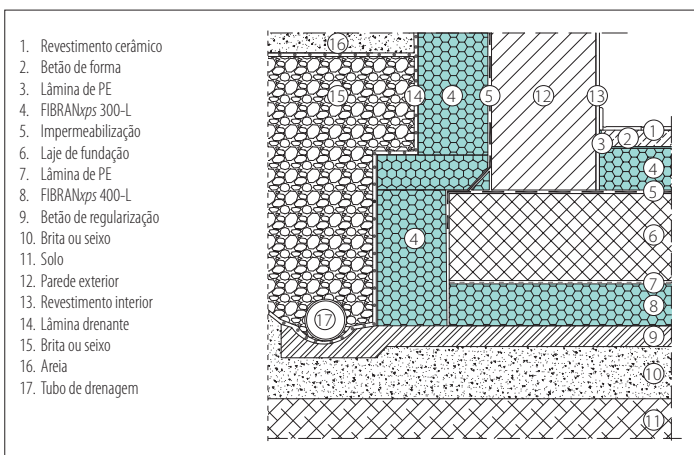
Caso seja utilizada uma membrana de argila esta deve ser aplicada sobre as camadas de isolamento térmico. A argila reage com a água do betão e sob a influência do peso é garantida uma membrana impermeabilizante natural de argila. Deve ser dada especial atenção à ligação entre a impermeabilização vertical e horizontal.

A utilização de PVC em contacto directo com o poliestireno extrudido não é permitido. Deverá ser instalada uma camada de separação entre as membranas de cloreto de polivinílico e as placas de poliestireno extrudido.



Impermeabilização auto-adesiva entre duas camadas de FIBRANxps 400-L

**d.) Impermeabilização acima da laje de fundação**



Pormenor 10 – Impermeabilização betuminosa na laje de fundação de um edifício com cave. Isolamento térmico FIBRANxps 400-L sob a laje de fundação.

**F. Construção da laje de betão armado da fundação...**

...agora a laje de fundação está preparada para a construção de um edifício “low - energy”

**Nota:**

Diferentes fases da construção da laje de fundação num edifício de baixo consumo estão descritas em detalhe em [www.fibran.com](http://www.fibran.com)

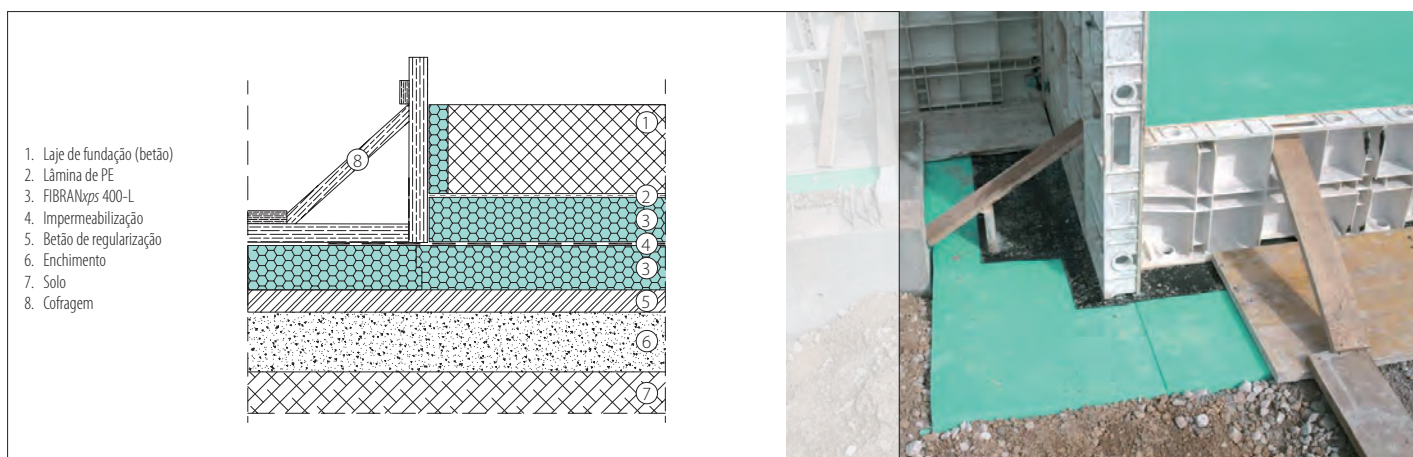
## II. PROTEÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS EM CONTACTO COM O TERRENO CONTRA O GELO

### Construções enterradas expostas ao gelo:

- Edifícios com fundações superficiais
- Piscinas exteriores
- Túneis de vias de comunicação e canais de serviços
- Lajes de fundação no terreno
- Pilares de pontes
- Torres de energia ...

Em Portugal em zonas climáticas mais agressivas (como a zona I<sub>3</sub>) pode ser útil proteger as estruturas de maiores variações térmicas através do seu isolamento. Os ciclos de gelo-degelo e o seu consequente impacto no solo pode levar a movimentos e a danificar fundações, quer as próprias estruturas. Contudo, o prolongamento na horizontal e eventualmente na vertical do isolamento térmico das fundações, leva a uma protecção muito significativa das mesmas.

### Pormenor construtivo do isolamento térmico de uma laje de fundação



*Pormenor 11 - O terreno de fundação é protegido por uma primeira camada de FIBRANxps em toda a área de implementação por fora do perímetro e a segunda camada é colocada junto à cofragem da laje de fundação*

### Manutenção da capacidade de carga e atrito

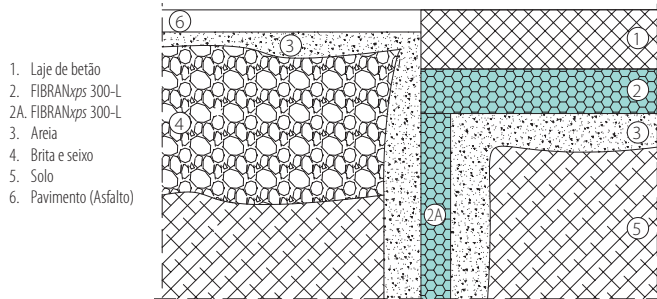
As torres elétricas para além da resistência às cargas de projeto, como as cargas introduzidas pelos cabos, também são afetadas pela neve, vento e temperatura. Estas estruturas esbeltas requerem particular atenção, nomeadamente no que diz respeito às suas fundações. Ciclos de gelo - degelo no solo de fundação podem diminuir a sua capacidade de carga em todas as direções, bem com afetar o coeficiente de atrito do solo, parâmetro muito importante nestas estruturas cujas fundações são geralmente superficiais e ditas, em vigas de fundação ou sapatas.



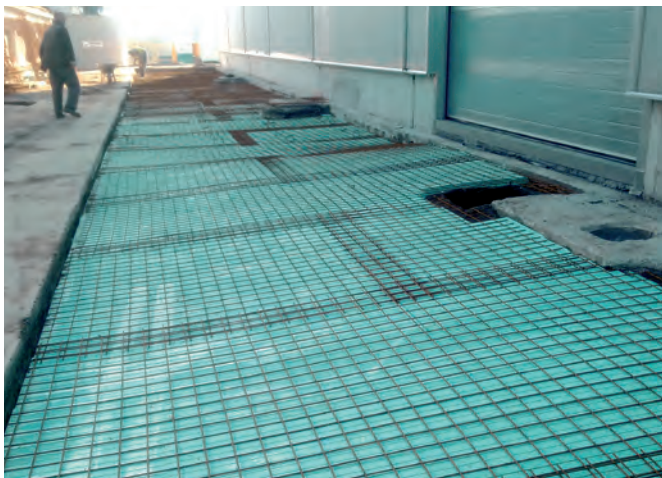
## Proteção térmica de fundações superficiais e superfícies com tráfego

O isolamento térmico protege as fundações e superfícies com tráfego dos ciclos de gelo-degelo e do solo, muitas vezes congelado e que pode provocar afundamento e instabilidade.

### Pormenor construtivo de laje de fundação isolada



*Pormenor12 - Proteção térmica vertical com isolamento FIBRANxps 300-L*



*Isolamento sob laje de fundação FIBRANxps 300-L*



*Isolamento térmico de um hangar para aviões com FIBRANxps 700-L*

O isolamento térmico FIBRANxps sob cargas extremas permite manter a temperatura do solo e reduzir a penetração da geada, evitando deste modo a expansão volumétrica e afundamento do solo durante os ciclos anuais de inverno/verão. O isolamento térmico permite controlar a transmissão de calor (e frio) e evita a perda de capacidade de carga do solo com água.

Estas situações só ocorrem nas zonas mais frias de Portugal e em casos extremos.

As placas de FIBRANxps mais indicadas para estas situações são as FIBRANxps 300-L até FIBRANxps 700-L com resistência à compressão de 300 KPa a 700KPa e permitem proteger as estruturas do congelamento e ainda assegurar um “Energy Shield” em construções expostas à água e humidade. A estrutura e células fechadas do FIBRANxps e a sua superfície lisa previnem a absorção de água assegurando as propriedades do isolamento térmico.

## Espessura recomendada de isolamento térmico

A legislação em Portugal está cada vez mais exigente devido à obrigação de seguir as orientações europeias. Os construtores e grandes empreiteiros seguem a legislação não só com o objetivo de reduzir consumos energéticos futuros e portanto baixar os custos, mas também porque as preocupações ambientais e de conforto dos investidores e futuros utilizadores aumentaram. As enormes alterações climáticas que temos vindo a sentir nos últimos anos confirmam as alterações previstas e legitimam as preocupações de independência energética dos edifícios.

De acordo com as orientações europeias (Energy Performance of Building Directive - EPBD) a construção de edifícios de consumo energético quase zero serão obrigatórios para todos os edifícios públicos depois de 2018 e para todos os restantes edifícios novos até ao final do ano 2020, o que significa que o desempenho dos edifícios terá que aumentar significativamente.

A classe energética de um edifício afetará também o seu valor comercial. Por forma a aumentar o valor de mercado dos edifícios que estão a ser construídos neste momento bem como os construídos depois de 2018 ou 2020 o sector imobiliário recomenda a aplicação de mais eficiente e mais espesso isolamento térmico, resultando assim em mais baixos valores de transmissão de calor (mais baixo valores do coeficiente de transmissão térmica U) do que aqueles que são prescritos na legislação atual. As espessuras orientativas de isolamento térmico ( $\lambda_d = 0,035 \text{ W/mK}$ ) são dadas de forma simplificada e apenas servem de pré-dimensionamento.

A espessura de dimensionamento do isolamento depende de:

- nível de protecção térmica desejada
- elementos construtivos e seu valor de U (coef. de transmissão térmica)
- nível de conforto desejado
- nível de desempenho global do edifício, nomeadamente consumo energético de aquecimento e arrefecimento



**Espessuras indicativas de acordo com a regulamentação actual para edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções\***

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| • coberturas                     | 100 a 140 mm  |
| • fachada e socos (ETICS)        | 60 a 100 mm   |
| • paredes exteriores enterradas  | 30 a 60 mm (depende da profundidade)  |
| • lajes de fundação e pavimentos | 0 a 50 mm (dependendo da profundidade e da relação da área do pavimento e do perímetro) |

**U (Coef. de transmissão térmica) recomendado para edifícios NZEB\*\***

- |   |   |
|---|---|
| • coberturas                                    | U - 0,35 W/(m <sup>2</sup> K) - 0,20 W/(m <sup>2</sup> K) |
| • fachada e socos                               | U - 0,40 W/(m <sup>2</sup> K) - 0,25 W/(m <sup>2</sup> K) |
| • paredes exteriores enterradas e lajes térreas | U - 1,20 W/(m <sup>2</sup> K) - 0,40 W/(m <sup>2</sup> K) |

Os edifícios de baixo consumo energético exigem o uso de laje de fundação

\* Considerando  $\lambda_p = 0,035 \text{ W/mK}$

\*\* Nearly Zero Energy Buildings

Se o isolamento térmico FIBRANxps servir apenas para a protecção da impermeabilização de espaços não aquecidos e como fator preventivo de condensações, então podem ser aplicadas placas de isolamento térmico de baixa espessura. Contudo, na maioria dos edifícios, principalmente unifamiliares, as caves podem vir a ser utilizadas como espaços habitáveis, sendo neste caso recomendada a utilização de isolamento térmico também em espaços não aquecidos com espessuras previstas na legislação.

# EDIFÍCIOS DE BALANÇO ENERGÉTICO QUASE ZERO

Os edifícios de baixo consumo energético, principalmente os edifícios de balanço quase zero, estão sujeitos a exigências muito elevadas, como por exemplo a um mínimo de perdas de calor e um máximo de ganhos eficientes, que são afetados por:

- Espessura adequada de isolamento térmico
- Dimensionamento preciso dos elementos construtivos, incluindo todos os pormenores e instruções de execução
- Execução rigorosa de toda a proteção térmica na envolvente do edifício, sem pontes térmicas
- Corretas regras de arquitetura e orientação do edifício
- Estanquidade do edifício
- Ventilação natural/mecânica



Para além do rigor na execução e/ou instalação, o facto crucial em fornecer uma proteção efetiva é, naturalmente, adequar a espessura do isolamento térmico. Devido a todos os elementos construtivos, quer a envolvente exterior quer a envolvente interior, terem um efeito na balança energética, a espessura do isolamento pode variar de elemento construtivo para elemento construtivo.

A espessura é definida de acordo com o desempenho energético desejado para o edifício. Os valores mínimos orientativos para Portugal são apresentados na página 9, e têm em consideração a zona climática onde o edifício está inserido.

## Balanço energético dos edifícios = perdas de calor VS ganhos de calor

Os edifícios de consumo energético baixo têm vindo a crescer intensivamente em toda a Europa, principalmente na Europa central, quer em edifícios novos quer em edifícios existentes, que com obras de reabilitação tendem a vir a ser de consumo quase zero. O que antes era apenas o entusiasmo de alguns está agora a tornar-se uma realidade na Europa.

Quando se dimensionam edifícios de baixo consumo energético a chave é diminuir as perdas térmicas.

Devido às perdas térmicas pela massa dos elementos de betão e da necessidade de ventilação é quase impossível construir um edifício de consumo tendencialmente zero, portanto os projetistas de toda a Europa estão a adotar várias estratégias, como utilizar lajes de fundação. Trata-se de uma prática ainda pouco utilizada em Portugal, pelo menos por motivos energéticos.





*Cooperamos com excelentes engenheiros, arquitetos e construtores...*



**Instruções para a utilização dos produtos de isolamento FIBRANxps:**

As placas de isolamento térmico de poliestireno extrudido FIBRANxps podem permanecer desprotegidas no exterior durante várias semanas, não sendo afectadas pelas chuva, neve ou gelo, contudo o mesmo não acontece com a luz solar. As placas de espuma de poliestireno, tal como outras espumas rígidas de materiais sintéticos, são sensíveis à exposição prolongada a raios ultra-violetas. Quando se aplicam placas de FIBRANxps estas devem ser, simultaneamente, protegidas da radiação solar e portanto deverão ser aplicadas imediatamente as camadas subsequentes. As placas que não forem imediatamente aplicadas em obra devem ser guardadas à sombra ou protegidas com um material sintético anti-ultavioleta.

Sob coberturas transparentes ou escuras a temperatura sobe significativamente e pode deformar as placas ou danificar a sua superfície. A temperatura máxima de utilização é de 75° C sendo que a superfície começará a derreter caso a temperatura aumente. A utilização de chama perto de placas de FIBRANxps, bem como de qualquer outro isolamento térmico de poliestireno, não é permitida.

As placas de poliestireno extrudido FIBRANxps devem ser armazenadas em superfícies planas e limpas. O FIBRANxps é afectado por soluções contendo gásleo, alcatrão, ácido fórmico, gases como o metano, etano, propano, butano, heptano e também cloretos. Devido aos cloretos existentes nas membranas de impermeabilização de PVC é necessária uma camada de separação (como por exemplo

um geotêxtil) entre a impermeabilização e as placas de poliestireno. Em certas condições as placas de FIBRANxps podem estar em contacto com petróleo (óleo), óleo de aquecimento, óleo de parafina, fenol, gordura e óleos. Estas substâncias podem afectar a superfície do produto a longo prazo.

O FIBRANxps é totalmente neutro quando em contacto com betume, cimento, cal, gesso, assim como água salgada, lixívia e ácidos, incluindo sulfúrico e fosfórico, gases inorgânicos, álcool, silicone, etc. A utilização de membranas de PVC em contacto directo com placas de XPS não é permitida, devendo sempre ser consultado o fornecedor da membrana.

**Todas as informações desta brochura são apenas recomendações para os projetistas, engenheiros e arquitetos. Estas informações foram obtidas com base na legislação Portuguesa e de alguns países europeus com longa tradição na proteção térmica de elementos construtivos enterrados e com legislação relativa a este tema.**

**O apoio técnico da Iberfibran está disponível para qualquer esclarecimento relativo às características técnicas e aplicação dos nossos produtos FIBRANxps através do número de telefone +351 256 579 670 ou através de e-mail: iberfibran@iberfibran.pt**

# Isolamento térmico enterrados?

No dimensionamento e materiais de sistemas de isolamento em elementos enterrados não devemos considerar o custo inicial, mas sim os custos das diferentes opções de dimensionamento durante o ciclo de vida. É também muito importante prevenir o erro durante a construção, que poderá apenas ser detetado aquando da entrada do edifício em serviço, criando deste modo custos de reparação ou um desempenho inadequado.

## Isolamento térmico em construções enterradas

- Protege espaços aquecidos contra perdas térmicas e garante um conforto interior duradouro.
- Reduz as variações térmicas em espaços não aquecidos.
- Protege a impermeabilização das variações térmicas assim como de eventuais danos mecânicos, garantindo portanto a sua durabilidade.
- Protege espaços não-aquecidos do edifício de condensações e conseqüentemente mofos e bolores.
- Permite a proteção contra o gelo, que poderia levar o solo a ceder.

