

## GUIA RÁPIDO

# Coberturas planas invertidas - 1.

## 1. A eficiência energética e os edifícios em Portugal

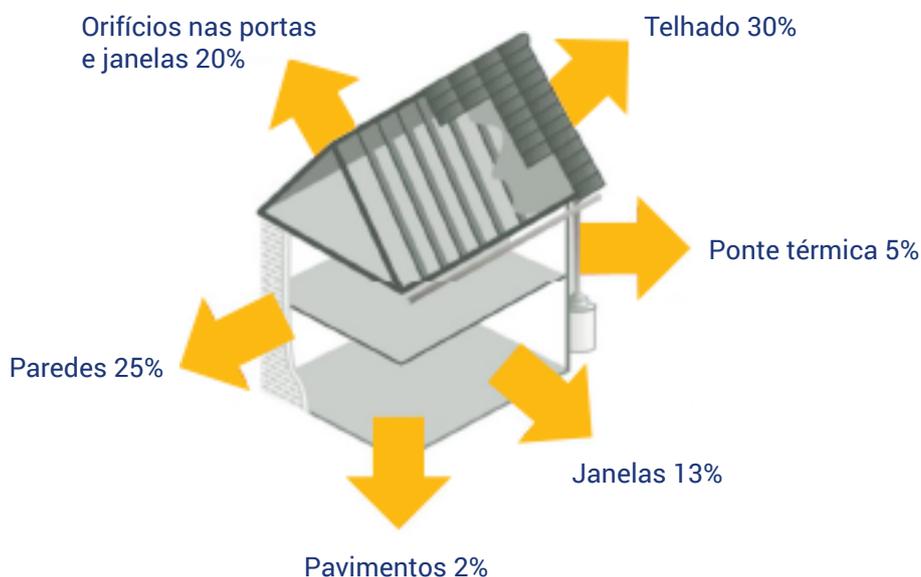
Cerca de 30% de toda a energia consumida em Portugal é consumida pelos edifícios. E este consumo deve-se em grande parte (cerca de 50%) à energia consumida para aquecimento e arrefecimento dos edifícios, por isso tem havido uma contínua imposição regulamentar no sentido de melhorar a eficiência energética dos edifícios, não só novos, mas também existentes.

A eficiência energética consiste em reduzir o consumo sem para isso reduzir o conforto e qualidade de vida dos seus utilizadores. Esta regulamentação incide entre outras vertentes, na envolvente transparente (envidraçados) e opaca (paredes, coberturas, pavimentos e elementos enterrados) dos edifícios.

*“Entre todas as alternativas para aumentar a eficiência energética dos edifícios, o isolamento é a mais rentável”.*

Fonte: [www.aipex.es](http://www.aipex.es)

É sabido que as coberturas são um elemento construtivo muito relevante na envolvente opaca dos edifícios e através delas existem grandes perdas térmicas. Estima-se que cerca de 30% das perdas térmicas de um edifício ocorram pela cobertura, e portanto é fundamental projectar, construir e manter estes elementos de forma optimizada.



Fonte: [aipex.es](http://aipex.es)

Este manual recai sobre como pré-dimensionar correctamente uma cobertura do ponto de vista eficiente, em particular uma cobertura plana invertida.

## Mas o que é uma COBERTURA PLANA INVERTIDA?

### 2. Coberturas planas invertida

O que é uma cobertura plana invertida? Quais as considerações de projecto neste tipo de solução? Como garantir correctas especificações no Caderno de Encargos? Estas e outras perguntas relacionadas com este sistema construtivo são colocadas frequentemente. Vamos respondê-las?

ou flexível), pela camada de forma/pendente, pelo isolamento térmico, pelo sistema de impermeabilização e pelo revestimento ou protecção mecânica, fig1. (Podem ainda existir camadas adicionais como camada de regularização, barreira pára-vapor, camada de dessolidarização, manta ou filtro tipo geotêxtil, etc.)

#### 2.1 O que é uma cobertura plana invertida?

É exactamente isso... a inversão das camadas construtivas da cobertura plana tradicional. Tradicionalmente a cobertura plana é constituída (de forma muito simples) pelo suporte (estrutura resistente rígida, contínua ou descontínua,

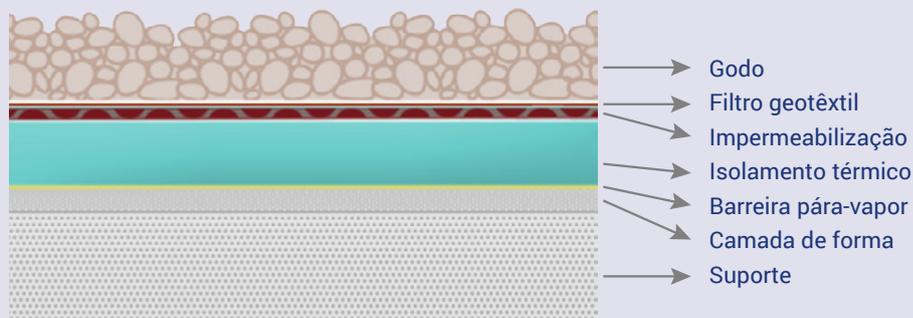
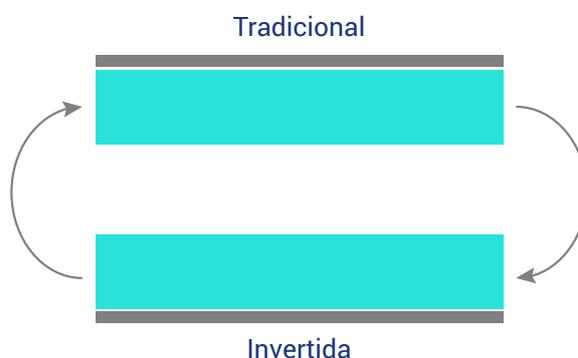


Fig 1 – Cobertura plana tradicional (acessível, não transitável)

Pois bem, o sistema de cobertura plana invertida inverte a localização do isolamento térmico colocando-o por cima da impermeabilização, ao invés de por baixo, como numa solução tradicional. fig 2

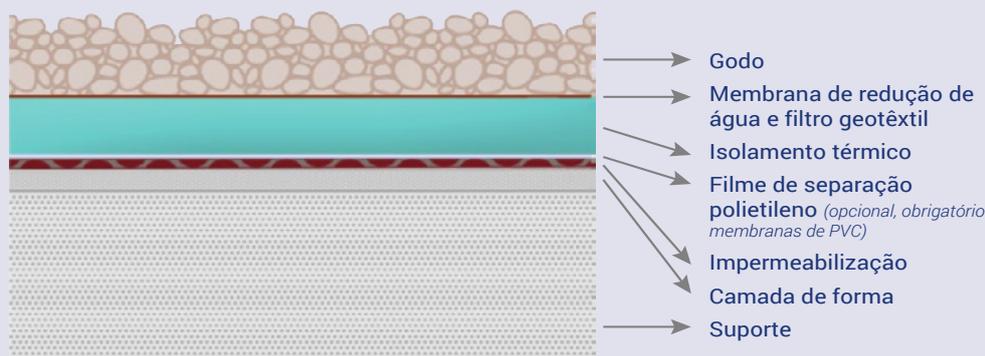


Fig 2 – Cobertura plana invertida (acessível, não transitável)

## 2.2 Camadas funcionais de uma cobertura plana invertida

O suporte tem uma função essencialmente estrutural de suportar as cargas de várias naturezas que concorrem na cobertura. Pode ser laje maciça em betão armado, laje aligeirada, laje fungiforme, chapas metálicas nervuradas, lajes mistas, etc.

A camada de forma tem como função conferir a pendente à cobertura e permitir assentar as camadas de impermeabilização e isolamento térmico. A pendente recomendada em coberturas planas varia entre 1% e 5% (o LNEC recomenda como pendente mínima 2%). A inclinação pode em certas situações atingir 8%, contudo a partir deste valor é considerada uma cobertura inclinada. A camada de forma pode ser constituída por betão leve de argila expandida, granulado de cortiça, betão leve de EPS, betão celular ou outro enchimento leve. Existe também a possibilidade de utilizar placas de FIBRANxps INCLINE para fazer a pendente, neste caso o sistema de cobertura invertida seria adaptado, já que existiria isolamento térmico FIBRANxps abaixo e acima da impermeabilização. A este tipo de coberturas damos o nome de coberturas DUO e é um sistema com várias vantagens quer térmicas, quer de diminuição de cargas permanentes na estrutura. Este tipo de coberturas merece um capítulo próprio que apresentaremos em breve.

O sistema de impermeabilização permite garantir a estanquidade da cobertura. Pode ser constituído por diversos materiais como camadas múltiplas de resinas acrílicas, de emulsões de betumes modificados, de resinas poliméricas, espumas de poliuretano, membranas de betumes modificados (APP ou SBS), membranas termoplásticas (PVC), membranas elastoméricas, etc.

O isolamento térmico tem como função isolar termicamente o edifício promovendo a eficiência energética do mesmo e garantindo o máximo conforto aos utilizadores. No caso das coberturas planas invertidas e devido às suas exigências (como veremos mais adiante), o

isolamento térmico que deverá ser utilizado é o poliestireno extrudido, XPS.

A camada separadora entre o isolamento térmico e o revestimento deve conter uma membrana de redução de água FIBRANskin SEAL e um geotêxtil FIBRANfilter SF32. A membrana “water reduction layer” apenas deve ser aplicada se o revestimento for drenante como o caso do godo ou das lajetas de betão. Se o revestimento não for drenante um simples geotêxtil com gramagem adequada é suficiente garantindo uma separação, protecção e filtragem entre as camadas.

O revestimento permite, de acordo com as condições de acesso à cobertura, proteger as camadas imediatamente abaixo e, se necessário, garantir a utilização da cobertura a pessoas e/ou veículos. O revestimento pode ser muito diferente por exemplo godo (gravilha, seixo rolado), um revestimento descontínuo de elementos pré-fabricados geralmente de betão, um revestimento contínuo de argamassa, etc.

## 2.3 Tipos de coberturas planas invertidas

### I. Coberturas invertidas acessíveis

- Coberturas com acabamento com argamassa
- Coberturas com acabamento com revestimento cerâmico
- Coberturas com acabamento em lajetas sobre suportes
- Coberturas com acabamento em lajetas isolantes
- Coberturas invertidas com trânsito rodoviário

### II. Coberturas ajardinadas

- Intensivas
- Extensivas

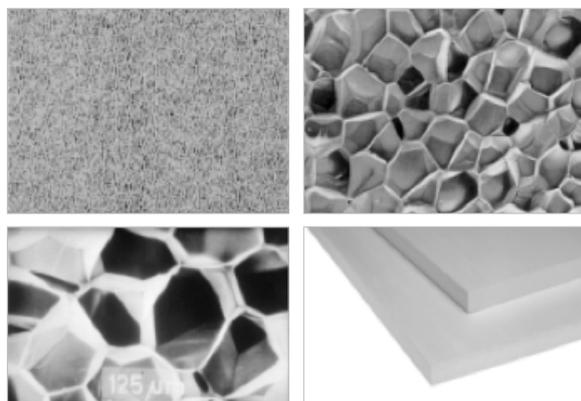
### III. Coberturas invertidas não-acessíveis

- Coberturas com acabamento com gravilha ou godo

Em futuros documentos abordaremos os diferentes tipos de coberturas invertidas, nomeadamente, as especificidades de alguns tipos de coberturas, como coberturas verdes ou ajardinadas

### 3. Isolamento térmico FIBRANxps – principais propriedades

O poliestireno extrudido FIBRANxps é um isolamento térmico constituído por uma espuma rígida de estrutura celular fechada produzida por extrusão em placa. Estas placas de cor turquesa são produzidas com características físicas, mecânicas e químicas por forma a se adequarem a vários tipos de aplicação na envolvente de um edifício (coberturas, paredes, pavimentos e elementos enterrados).



O FIBRANxps tem desempenhos únicos em ambientes com elevados níveis de humidade e onde existam elevadas exigências de resistência mecânica. Estas características permitem-lhe ser o isolamento preferencial em coberturas, pavimentos e elementos enterrados.

Resumidamente, há características que são essenciais quando avaliamos um isolamento térmico para uma determinada aplicação e são elas

#### 3.1 Condutibilidade térmica

A condutibilidade térmica é a propriedade física dos materiais que mede a sua capacidade de condução de calor. Quanto menor for

a condutibilidade térmica melhor são as propriedades de isolamento térmico, pois o material conduz menos calor. Esta dimensão (lambda) mede-se em W/mK e está definido como isolante térmico um material que tem condutibilidade entre os 0,020 e 0,065 W/mK. Note-se que os materiais de construção correntes têm valores muitíssimos maiores (cerca de 10 vezes maiores).

**A condutibilidade térmica do poliestireno extrudido FIBRANxps varia entre os 0,029 e 0,037W/mK.**

A resistência à passagem do calor (resistência térmica) é proporcional à condutibilidade e à espessura do material. Assim:

$$R = \frac{\text{espessura (m)}}{\text{Condutibilidade (W/mK)}} \quad (\text{m}^2 \text{ K/W})$$

Isto significa que para atingir o mesmo desempenho ou aumentamos a espessura do material, o que traz consequências arquitectónicas, económicas e de optimização de materiais, ou diminuimos a condutibilidade térmica. A baixa condutibilidade térmica do FIBRANxps é, por isso essencial numa cobertura.

#### 3.2 Resistência à compressão e fluência à compressão

A resistência à compressão do XPS representa a capacidade que o material tem de resistir a cargas perpendiculares à placa. Este parâmetro mede a capacidade de carga do material sob uma carga uniforme que o deforme 10% da sua espessura.

Dependendo do tipo de aplicação podemos utilizar produtos com elevada resistência à compressão (por exemplo 700kPa) ou utilizar produtos com valores inferiores, na ordem de 300kPa. Para cobertura invertidas, é necessário avaliar que tipo de cobertura se trata, pois o tipo de cobertura e sua utilização influenciará a resistência à compressão necessária da placa

de XPS. Se for uma cobertura acessível a tráfego por exemplo, pode ser necessária uma placa de 500 ou até 700kPa... se simplesmente se tratar de uma cobertura invertida não acessível uma resistência à compressão de 300kPa deverá ser suficiente.

**O FIBRANxps a aplicar em coberturas tem valores entre os 300kPa e 700kPa.**

Por outro lado existe outra característica que influencia a capacidade de um produto suportar cargas constantes durante muito tempo sem fadiga, trata-se da resistência à fluência.

Este parâmetro, dependendo do produto FIBRANxps, pode variar entre os 115 e os 165 kPa para cargas de 50 anos de duração com deformações inferiores a 2%.

A água está presente nos edifícios de variadas formas, tanto na sua forma líquida, sob a forma de vapor ou até, por vezes, em forma de neve, gelo ou geada. A água é um bom condutor de calor o que significa que se os materiais de construção a absorverem diminuirão a sua capacidade isolante. Assim, torna-se importante reduzir ao mínimo a absorção de água dos materiais. O XPS tem valores de absorção de água muito reduzidos comparativamente a outros materiais isolantes.

O poliestireno extrudido, nomeadamente o FIBRANxps, possui uma estrutura celular fechada (as suas células partilham paredes) o que lhe permite ter valores de absorção de água por imersão total (longa duração) muito reduzidos.

**A absorção de água por imersão total do FIBRANxps é inferior a 0.7%.**

Também é fundamental considerar a resistência à difusão do vapor de água num isolamento térmico, pois este parâmetro adimensional determina o risco de haver condensações no material. Note-se que, quanto maior for este

parâmetro, menor é o risco de ocorrerem condensações de vapor de água no material e portanto melhor o seu comportamento térmico.

**A resistência à difusão de vapor de água ( $\mu$ ), no caso do FIBRANxps pode chegar aos 150.**

Este factor, resistência à difusão de vapor de água ( $\mu$ ), informa sobre a resistência do produto à passagem do vapor de água comparativamente a uma camada de ar estacionário da mesma espessura e à mesma temperatura.

### 3.4 Reacção ao fogo

É comum confundir a reacção ao fogo de um material com a resistência ao fogo de um elemento construtivo. A resistência ao fogo de um elemento construtivo depende de todos os seus materiais bem como de vários outros factores, e tem em conta, por exemplo, o tempo que esse elemento mantém o fogo confinado. Já a reacção ao fogo de um material tem que ver com o comportamento desse material ao fogo. Se o isolamento térmico XPS for certificado (EN13164) terá que ter uma reacção ao fogo Euroclasse E, combustível e sem a presença de gotas inflamadas, o que evita a propagação das chamas em caso de incêndio.

**O FIBRANxps tem uma reacção ao fogo Euroclasse E.**

No entanto, é necessário sempre analisar também o elemento construtivo onde o isolamento se enquadra, pois a solução completa pode (e geralmente tem) uma resistência ao fogo superior.

### 3.5 Estabilidade dimensional

A estabilidade dimensional é importante no XPS e, caso o produto seja certificado de acordo com a norma EN13164, as variações geométricas não

podem ser superiores a 5% (em testes onde o material é submetido a 70°C e 90% de humidade).

**A estabilidade dimensional do FIBRANxps é inferior a 5% (70°C e 90% de humidade).**

### 3.6 Ciclos de gelo degelo

Em particular numa cobertura o comportamento do material a ciclos de gelo-degelo é importante, no entanto o FIBRANxps é um material que mostra um bom comportamento a este fenómeno e após 300 ciclos o material mantém uma variação da resistência à compressão inferior a 10% e um aumento de absorção de água inferior a 1%.

### 3.7 Certificação

O FIBRANxps é um produto com marcação CE e certificação de produto pela AENOR de acordo com a norma EN13164. É um dos poucos isolamentos de poliestireno extrudido com duas ETAs (European Technical Assessments). Possui uma ETA para aplicação no sistema ETICS (External Thermal Insulating Composite Systems) e uma outra que garante a sua utilização como camada de suporte de carga e/ou isolamento térmico em sistemas acima da impermeabilização. Esta última ETA é de extrema importância, nomeadamente em coberturas invertidas, já que mais uma vez valida a aplicação do FIBRANxps em elementos em contacto com a água e/ou o terreno.

**O FIBRANxps é o único poliestireno extrudido no mercado que possui uma ETA para aplicação em coberturas invertidas.**

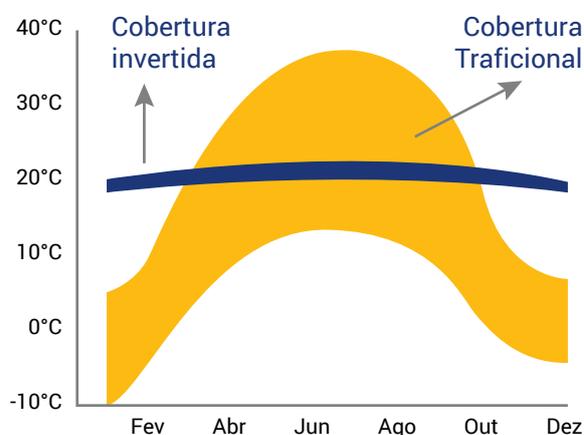
Resumindo o FIBRANxps é utilizado em aplicações exigentes, onde outros materiais de isolamento não podem ser utilizados. Com baixa condutibilidade térmica o FIBRANxps

cria um escudo energético no edifício, permitindo que este atinja desempenhos energéticos mais eficientes. São muitas as vantagens deste produto: baixa condutibilidade, alta permeabilidade ao vapor e, simultaneamente, baixa absorção de água, elevada resistência à compressão, tracção e fluência, leveza e facilidade de aplicação.

## 4. Vantagens de uma cobertura plana invertida

Numa cobertura plana invertida o sistema de impermeabilização desempenha também o papel de barreira pára-vapor já que está sob o isolamento térmico (encostado à sua "face quente").

Assim, não é necessária a execução de uma barreira pára-vapor como acontece na cobertura tradicional. Nesta solução as variações térmicas a que a impermeabilização e estrutura estão sujeitas são muito menores que numa cobertura tradicional, como se mostra no gráfico abaixo.



A aplicação de FIBRANxps numa cobertura plana invertida pode ocorrer sob qualquer condição meteorológica, o que permite celeridade na execução. Por outro lado o acesso à impermeabilização está facilitado, o que é, em situações de reparação e até manutenção é uma grande vantagem.

A facilidade e rapidez de aplicação do isolamento térmico permitem economias de mão-de-obra. A cobertura plana tradicional implica algumas particularidades que podem acelerar a

deterioração do sistema de impermeabilização. O facto de a impermeabilização ser aplicada sobre o isolamento térmico expõe-na a várias acções como:

- Degradação por acção da radiação ultravioleta.
- Danos mecânicos, nomeadamente durante a fase de obra.
- Grandes variações térmicas, quer diárias, quer sazonais.
- Degradação provocada por humidade sob o sistema de impermeabilização e proveniente de eventuais chuvas ocorridas durante a execução da obra ou mesmo de alguma humidade dos materiais de construção ou até de condensação intersticial.

Quando invertemos as posições relativas tradicionais dos sistemas de impermeabilização e isolamento térmico a durabilidade de qualquer sistema de impermeabilização aumenta consideravelmente, pois desaparecem os efeitos prejudiciais descritos anteriormente.



Assim resumindo podemos enumerar as **VANTAGENS TÉCNICAS** de uma cobertura plana invertida:

- Protecção do sistema de impermeabilização a temperaturas extremas, oscilações térmicas e raios UV;
- Protecção do sistema de impermeabilização a danos mecânicos durante a construção do edifício;
- Desnecessária utilização de barreiras pára-vapor;
- Facilidade de aplicação do isolamento em obra mesmo com condições atmosféricas adversa;

Todas estas vantagens permitem que o sistema de impermeabilização, e consequentemente a cobertura, tenha uma vida útil muito maior. A durabilidade aumenta consideravelmente o que traz vantagens óbvias para todos os intervenientes e utilizadores dos edifícios.

O conceito de cobertura plana invertida depende absolutamente de um isolamento térmico com propriedades excepcionais, não apenas térmicas, mas também mecânicas e de insensibilidade à humidade. O FIBRANxps possui essas propriedades, aliás para a especificação do isolamento térmico de uma cobertura plana invertida é necessário garantir alguns requisitos mínimos.