



DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Homologação de novos materiais e processos de construção

EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A.
Travessa das Telheiras, 108
4905-456 Barroselas
Viana do Castelo
tel.: (+351) 25 877 26 21
fax: (+351) 25 877 26 94
e-e: europofix@scars.mail.pt
http://europofix.pt

PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV SISTEMA DE FIXAÇÃO DE PLACAS DE PEDRA NATURAL PARA REVESTIMENTOS DE PAREDES

O presente Documento anula e substitui o DH 940, de outubro de 2016.
A situação de validade do DH deve ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação, elaborado nos termos do disposto no artigo 17.º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 50/2008, de 19 de março, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV de placas de pedra natural para revestimentos de paredes, produzido pela empresa EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) emite um parecer técnico favorável relativamente ao sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV descrito na secção 1 deste Documento de Homologação, desde que se verifiquem as seguintes condições:

- a empresa EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., mantém a constância das condições de produção, nomeadamente através do controlo da produção em fábrica, sintetizado na secção 3;
- o campo de aplicação do sistema de fixação respeita as regras descritas na secção 2;
- a execução em obra e a manutenção do sistema de fixação respeitam as regras descritas respetivamente nas secções 5 e 6.
- a verificação da segurança das fixações respeita o disposto na secção 9.

A utilização destas fixações fica ainda condicionada pelas disposições aplicáveis da regulamentação e da documentação normativa em vigor.

Este Documento de Homologação é válido até 31 de maio de 2024, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV ou dos seus constituintes.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em maio de 2021.

O CONSELHO DIRETIVO

Carlos Pina
Presidente

1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

1.1 Descrição geral

O sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV é fabricado pela empresa EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., com sede na vila de Barroelas do concelho de Viana do Castelo.

Este sistema permite a fixação e suporte de placas de pedra natural, possibilitando a realização de revestimentos exteriores de fachadas ventiladas, desde que exista um suporte suficientemente resistente e estável. Para o efeito consideram-se adequados, em geral, os suportes de betão de uma classe de resistência à compressão mínima C12/15.

Embora vocacionado para revestimentos exteriores, o sistema pode também ser utilizado em revestimentos interiores.

Todos os elementos que constituem o sistema são, em geral, de aço inoxidável X5CrNi 18-10 (AISI 304), podendo também ser de outro aço inoxidável com resistência à corrosão pelo menos equivalente à desse aço, nomeadamente de aço inoxidável X2CrNi 18-9 (AISI 304L).

Para utilização do sistema em zonas onde o ambiente é mais agressivo, tais como zonas industriais ou com elevados índices de poluição, assim como em edifícios situados em toda uma faixa costeira com 5 km de largura, a empresa produz também todos os elementos do sistema em aço inoxidável X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316), sendo necessário, nessas zonas, a utilização de elementos fabricados com este tipo de aço.

As percentagens dos elementos químicos que classificam os aços são definidas na norma NP EN 10088-1:2014.

1.2 Constituição e características principais do sistema de fixação e de outros componentes do revestimento

1.2.1 Sistema de fixação

O sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV é composto por um varão nervurado, com diâmetro de 8, 10, 12 ou 14 mm, prensado numa das extremidades de modo a formar uma zona achatada e provida de um furo, para inserção de um perno cilíndrico, com batente de autocentragem, para estabelecer a ligação do sistema de fixação com as placas de pedra (Figura 1).

As características geométricas do *Varão Nervurado* estão definidas na Figura 2 e no Quadro 1.

O perno cilíndrico é envolvido, numa das extremidades, por uma manga de policloreto de vinilo (PVC). A manga é fechada numa das extremidades e é inserida no furo da placa de pedra de modo a acomodar a dilatação do perno cilíndrico e evitar a penetração de cola/resina e o possível bloqueio do sistema (Figura 3).

As características geométricas destes elementos são definidas nas Figuras 4 e 5 e nos Quadros 2 e 3.

A inserção destes elementos nos furos das placas deve ser colmatada com mastique neutro e flexível numa das placas e com a manga na placa contígua. O fabricante recomenda que seja utilizado o mastique MAPESIL LM do fabricante MAPEI, ou outro com características equivalentes; o mastique a usar deve estar em conformidade com a normalização existente.

1.2.2 Ancoragem do sistema ao suporte

A ancoragem do sistema ao suporte é feita através da utilização de uma argamassa ou de uma resina, com características mecânicas adequadas aos esforços a que será sujeita, calculados de acordo com a regulamentação em vigor. A resina a usar deve estar coberta por Documento de Homologação (DH) ou Avaliação Técnica Europeia (ETA), que comprove as características referidas.

O fabricante recomenda a utilização de uma resina, com a denominação comercial de SPIT EPOMAX, do fabricante SPIT, cujas características são definidas na ETA-05/0111.

1.2.3 Placas de pedra

As placas de pedra a utilizar no revestimento de paredes devem apresentar-se homogêneas e sem defeitos, devendo rejeitar-se todas as placas que não cumpram esta condição.

As pedras devem ser previamente caracterizadas, de acordo com a normalização aplicável, para possibilitar a comprovação da sua adequabilidade ao uso, nomeadamente no que diz respeito às suas características mecânicas, de absorção de água e de durabilidade.

O sistema de fixação é adequado para a fixação, em paramentos exteriores e, em casos particulares, também interiores, de placas de pedra com, no máximo, 1 m² de superfície, nas quais a maior dimensão não ultrapasse 1,40 m. Em caso de utilização de placas de maiores dimensões, ou cuja relação entre comprimento e altura seja superior a três, a resistência mecânica das placas, nomeadamente a resistência à flexão, deve ser verificada.



Figura 1 – Elementos do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV

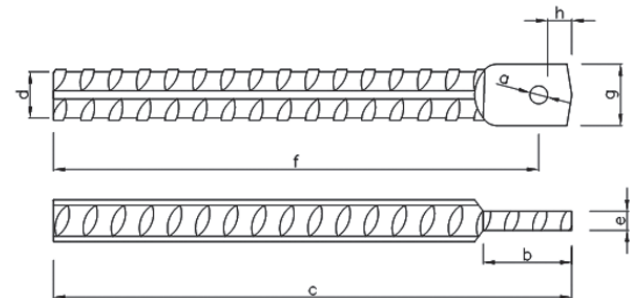


Figura 2 – Características geométricas do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV

QUADRO 1

Características geométricas do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV

Designação	c (mm)	f (mm)	d (mm)	a (mm)	e (mm)	h (mm)	g (mm)	b (mm)	
PV 8/100	100 ± 2	93 ⁺¹ ₋₂	8 ± 0,3	5,25 ± 0,1	3,5 ^{+0,5} _{-0,1}	4,4 ^{+0,8} _{-0,1}	14,6 ± 1	26,2 ± 2	
PV 8/120	120 ± 2	113 ⁺¹ ₋₂							
PV 8/130	130 ± 2	123 ⁺¹ ₋₂							
PV 8/150	150 ± 2	143 ⁺¹ ₋₂							
PV 8/170	170 ± 2	163 ⁺¹ ₋₂							
PV 8/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂							
PV 10/100	100 ± 2	93 ⁺¹ ₋₂	10 ± 0,3		4,0 ^{+0,5} _{-0,1}		4,4 ^{+0,8} _{-0,1}		18,5 ± 1
PV 10/120	120 ± 2	113 ⁺¹ ₋₂							
PV 10/150	155 ± 2	148 ⁺¹ ₋₂							
PV 10/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂							
PV 10/200	200 ± 2	193 ⁺¹ ₋₂							
PV 12/150	150 ± 2	143 ⁺¹ ₋₂	12 ± 0,3						5,0 ^{+0,5} _{-0,1}
PV 12/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂							
PV 12/200	200 ± 2	193 ⁺¹ ₋₂							
PV 12/220	220 ± 2	213 ⁺¹ ₋₂							
PV 14/250	255 ± 2	248 ⁺¹ ₋₂		14 ± 0,3	6,0 ^{+0,5} _{-0,1}	4,4 ^{+0,8} _{-0,1}		24,9 ± 1	
PV 14/300	305 ± 2	298 ⁺¹ ₋₂							
PV 14/350	360 ± 2	353 ⁺¹ ₋₂							

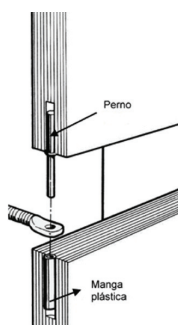


Figura 3 – Modo de colocação do perno cilíndrico e da manga de PVC

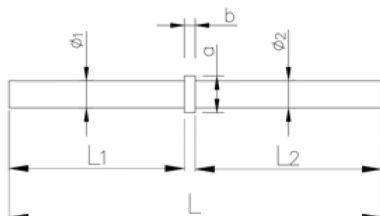


Figura 4 – Características geométricas do perno cilíndrico



Figura 5 – Características geométricas da manga de PVC

QUADRO 2

Características geométricas do perno cilíndrico

Designação	Ø ₁ mm	Ø ₂ mm	L mm	L ₁ mm	L ₂ mm	a mm	b mm
Perno com batente 5 × 67 mm	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1	67,3 ± 2	34,0 ± 1	31,0 ± 1	5,8 ± 0,1	2,3 ± 0,1

QUADRO 3

Características geométricas da manga PVC

Designação	Ø _{ext.} mm	Ø _{int.} mm	L mm
Manga de PVC	7,0 ± 0,1	5,5 ± 0,5	38,0 ± 1,5

A espessura das placas de pedra é condicionada pela natureza da rocha e pelas solicitações a que a placa irá ser submetida, não devendo ser inferior aos seguintes valores:

- 27 mm, no caso geral e, sem exceção, no caso de placas obtidas por clivagem;
- 20 mm, no caso de placas talhadas e desde que se verifiquem adicionalmente as duas seguintes condições:
 - sejam aplicadas em zonas de parede de cota não superior a 6 m relativamente ao piso de espaço de circulação ou permanência de utentes (ruas, corredores, terraços, varandas, etc.);
 - a largura dos espaços atrás referidos não seja inferior a 0,6 m.

Estas duas condições visam reduzir os riscos decorrentes da queda eventual de placas.

Estas recomendações encontram-se de acordo com o especificado na publicação do LNEC Informação Técnica de Edifícios ITE 24 – *Classificação e descrição geral de revestimentos para paredes de alvenaria ou betão* e pela Norma Francesa NF P65-202-1 (NF DTU 55.2), 2014.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

A aplicação em obra de revestimentos de parede de pedra natural com recurso ao sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV pressupõe a existência de um elemento de suporte suficientemente resistente e estável, no qual se fixe o sistema. Para o efeito consideram-se, em geral, adequados os suportes de betão de uma classe de resistência à compressão mínima C12/15 (NP EN 206:2013+A1:2017).

O sistema só deve ser aplicado nos paramentos até uma altura não superior a 28 m.

O revestimento só deve ser executado depois de se ter dado a maior parte da retração do betão, ou seja, no mínimo um mês depois da betonagem, dependendo das condições ambientais a que o betão estiver sujeito durante o endurecimento.

Em zonas onde o ambiente é mais agressivo, tais como zonas industriais ou com elevados índices de poluição, assim como em edifícios situados em toda uma faixa costeira com 5 km de largura, é necessário a utilização de elementos do sistema em aço inoxidável X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316).

3 FABRICO E CONTROLO DA QUALIDADE

O sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV é fabricado pela empresa EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A., situada na freguesia de Barroelas em Viana do Castelo. Todas as matérias-primas utilizadas para o fabrico do sistema fazem-se acompanhar dos respetivos certificados de conformidade, de acordo com a norma NP EN 10204:2009, emitidos pelos fornecedores, onde é possível verificar a composição química e as características mecânicas das mesmas. Complementarmente, a empresa faz um registo da receção da matéria-prima onde verifica a conformidade da encomenda, nomeadamente a ausência de defeitos ou sinais de corrosão dos elementos metálicos, e recolhe uma pequena amostra da matéria-prima. Os certificados, assim como as fichas de receção da matéria-prima são arquivados e introduzidos numa base de dados, sendo preservadas as amostras recolhidas.

Durante todo o processo de fabrico e durante o embalamento, o controlo da qualidade é realizado através de uma inspeção visual, para garantir a ausência de defeitos. Adicionalmente, durante o processo de fabrico, fazem-se verificações expeditas de controlo dimensional com recurso a um paquímetro.

A armazenagem é feita no mesmo local onde as peças são fabricadas, em caixas de zinco, revestidas no seu interior com tela e tinta de borracha. O embalamento é feito em caixas de cartão.

As condições de fabrico das peças do sistema, o respetivo controlo da produção em fábrica, o controlo documental relativo a produtos adquiridos a outras empresas e as condições de armazenagem foram apreciados pelo LNEC, tendo-se concluído que são satisfatórios.

4 APRESENTAÇÃO COMERCIAL

O sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV é vendido à unidade, embalado em caixas de cartão, sendo estes acompanhados (em etiqueta colada) da seguinte informação: identificação da peça, tipo de aço, quantidade, n.º de lote, data de saída e cliente. A identificação do tipo de aço utilizado no fabrico das peças deve constar igualmente na guia de remessa fornecida ao cliente.

Cada remessa é acompanhada por uma ficha técnica onde se definem, nomeadamente, as regras a seguir para a sua montagem em obra.

5 APLICAÇÃO EM OBRA

5.1 Aplicadores

A aplicação do sistema PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV deve ser feita por pessoal, com a formação adequada, de empresas especializadas na sua utilização em obra. A empresa EUROPOFIX está em condições de fornecer uma lista de aplicadores recomendados.

5.2 Recomendações de carácter geral

5.2.1 Definições de projeto

Cada placa de pedra é fixada com um mínimo de quatro fixações, tendo duas delas funções de sustentação (colocadas na face inferior da placa de pedra) e as outras duas funções de posicionamento (colocadas na face superior da placa de pedra). Considera-se que o esforço horizontal resultante da ação do vento é suportado pelas quatro fixações.

A operação de furação das placas de pedra deve preferencialmente ser feita em fábrica para se garantir uma execução mais rigorosa. O eixo dos furos deverá localizar-se a meia espessura da placa, o diâmetro deve ser de 7 mm e a profundidade de furação de 40 mm, tanto do lado da sustentação como do lado onde se irá colocar a manga (posicionamento) (Figura 6).

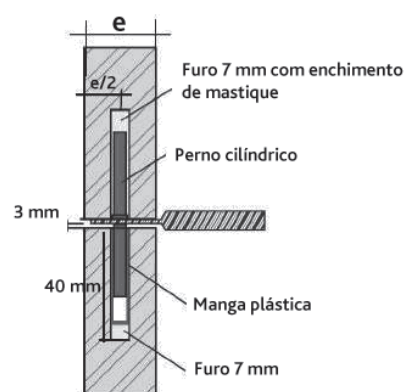


Figura 6 – Esquema de furação das placas de pedra

A distância entre os eixos dos furos e a extremidade das placas de pedra (d) depende da dimensão L das placas: $L/4$ (para $L \leq 0,6$ m), $L/5$ (para $0,6 < L \leq 1,0$ m) e $L/6$ (para $L > 1,0$ m) (Figura 7).

O posicionamento das armaduras e das canalizações embebidas nas paredes de suporte deve ser tido em conta no projeto do sistema de fixação, de modo a não serem danificadas.

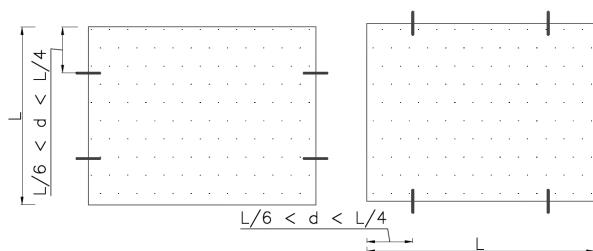


Figura 7 – Localização da furação das placas de pedra

5.2.2 Ancoragem do sistema

Os furos a executar no suporte, com diâmetro que garanta o envolvimento completo dos varões pelo produto de selagem, para chumbagem dos varões, devem ter a profundidade necessária a uma correta ancoragem, adequada aos esforços a que o sistema será sujeito; essa profundidade não deve ser inferior aos valores t_0 (Figura 8) indicados no Quadro 4.

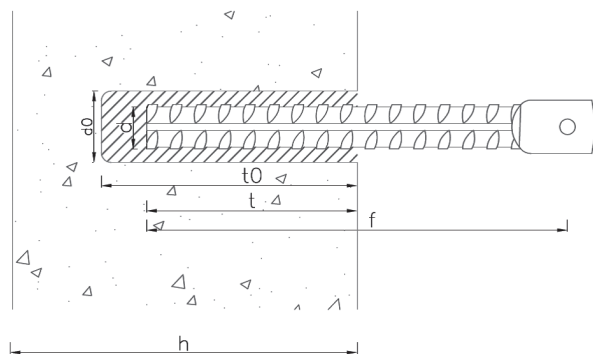


Figura 8 – Ancoragem do sistema PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV

QUADRO 4

Características geométricas da ancoragem do sistema

Designação	f (mm)	d (mm)	t_{min} (mm)	d_0 (mm)	$t_{0,min}$ (mm)
PV 8/100	93^{+1}_{-2}	$8 \pm 0,3$	75 ± 1	12 ± 2	80 ± 1
PV 8/120	113^{+1}_{-2}		85 ± 1		90 ± 1
PV 8/130	123^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 8/150	143^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 8/170	163^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 8/180	173^{+1}_{-2}	$10 \pm 0,3$	85 ± 1	14 ± 2	90 ± 1
PV 10/100	93^{+1}_{-2}		75 ± 1		
PV 10/120	113^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 10/150	148^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 10/180	173^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 10/200	193^{+1}_{-2}	$12 \pm 0,3$	85 ± 1	16 ± 2	90 ± 1
PV 12/150	143^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 12/180	173^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 12/200	193^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 12/220	213^{+1}_{-2}		85 ± 1		
PV 14/250	248^{+1}_{-2}	$14 \pm 0,3$	150 ± 1	18 ± 2	155 ± 1
PV 14/300	298^{+1}_{-2}		150 ± 1		
PV 14/350	353^{+1}_{-2}		150 ± 1		

5.2.3 Ferramentas

Para evitar o risco de corrosão bimetalica não devem ser utilizadas ferramentas de aço macio, ferro fundido, alumínio ou zinco para colocação do sistema PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV.

5.3 Colocação das placas de pedra

5.3.1 Juntas entre placas

O sistema de fixação pode ser colocado em dois tipos de juntas: nas juntas horizontais, caso em que o peso da pedra é dividido por dois suportes (Figura 9) ou nas juntas verticais, caso em que cada fixação suporta o peso total (metade de cada placa), exceto se a placa for adjacente a uma junta de dilatação do lado dessa fixação (Figura 10). Neste último caso é necessário duplicar essa fixação, portanto cada uma suportará metade do peso.

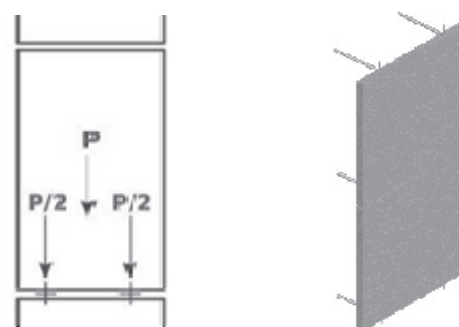


Figura 9 – Fixação tipo de junta horizontal

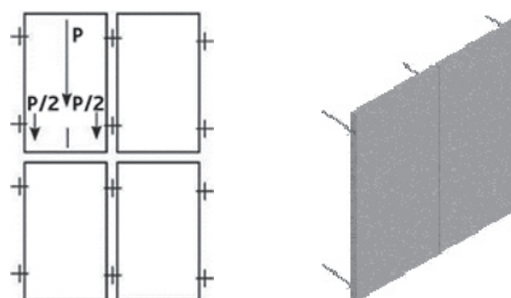


Figura 10 – Fixação tipo de junta vertical

As juntas devem ser deixadas abertas para não interferir no movimento entre as placas de revestimento. A largura das juntas dependerá da deformação previsível das placas de pedra (em função da dimensão da placa, do coeficiente térmico linear da pedra e da amplitude térmica a considerar), no entanto não deve ser inferior a 4 mm e no máximo deve ter 1/3 da espessura da placa, podendo ser reduzida localmente para 3 mm ao nível do fixador (Figura 11).

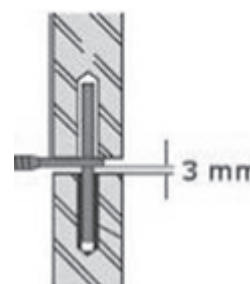


Figura 11 – Junta entre placas

5.3.2 Caixa de ar

O processo de fixação das placas de pedra com este sistema de fixação permite a inserção de um isolante térmico na caixa de ar constituída entre o revestimento e a parede. Quando existe isolante deve ser deixada uma lâmina de ar ventilada para o exterior e com uma espessura não inferior a 20 mm, entre o revestimento e o isolante.

Em fachadas ventiladas a propagação da combustão de um isolante térmico no interior da caixa de ar é potenciada pelo efeito chaminé que nela ocorre e que se agrava com a utilização de isolantes combustíveis de espessuras elevadas. Assim, a utilização de isolantes térmicos em fachadas ventiladas deve estar de acordo com a regulamentação de segurança ao incêndio em vigor. Atualmente, a Portaria n.º 1532/2008, com a redação dada pela Portaria 135/2020, indica, para edifícios de altura média (de 9 a 28 m de altura), isolantes térmicos com classe de reação ao fogo de pelo menos B-s2 d0 e para edifícios de pequena altura (inferiores a 9 m de altura), de D-s3 d0.

Contudo, devem prever-se soluções de proteção complementar a estudar caso a caso. Estas soluções, que não se encontram cobertas pelo presente Documento de Homologação, deverão comportar, pelo menos de dois em dois pisos, barreiras cortafogo contínuas que, em caso de incêndio, impeçam a propagação do fogo através da camada de isolante térmico.

5.4 Montagem em obra

A aplicação de revestimentos de placas de pedra com recurso ao sistema de fixação de PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV processa-se de acordo com a seguinte sequência de operações:

1.ª Etapa:

- Fixação do isolante térmico ao suporte, caso seja esta a solução preconizada pelo projetista;
- Estudo da estereotomia da parede e marcação dos pontos de fixação do sistema. O estudo deve prever o corte do revestimento sempre que exista uma junta estrutural e garantir que os varões de fixação da mesma pedra não são chumbados em suportes de natureza diferente;
- Nos casos em que a furação das placas de pedra tem que ser feita *in situ*: abertura de orifícios de 7 mm de diâmetro e de 40 mm de profundidade nas placas de pedra, para introdução do perno cilíndrico. Limpeza dos orifícios das placas de pedra para remoção de materiais pulverulentos.

2.ª Etapa:

- Ajustar o apoio para a primeira fiada de pedra da fachada;
- Cortar o isolante térmico (caso seja esta a solução preconizada) no local onde serão instalados os varões;
- Inserir o sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV, seguindo os procedimentos recomendados pelo fabricante das resinas e as especificações técnicas aplicáveis:
 - Furar o suporte, com o auxílio de uma broca, com o diâmetro e comprimento adequado ao varão a utilizar (vd. Quadro 4);
 - Limpar os furos (soprando o furo com um compressor), de modo a eliminar materiais friáveis e pulverulentos;
- Colocar a pedra na posição pretendida;
- Nivelar a parte superior da pedra e calçá-la;
- Colocar a manga de PVC no orifício da placa de pedra inferior. No interior do orifício da placa de pedra superior colocar mastique compatível com as pedras a utilizar;

- Encher os furos no betão com a argamassa ou a resina de selagem e apertar;
- Introduzir os varões, apertar e nivelar;
- Colocar o perno cilíndrico na sua posição nominal e encaixar a pedra a suportar. A peça é colocada de forma a estar suportada pelo sistema de fixação correspondente;
- Colocar o isolante térmico recortado anteriormente;
- Colocar a pedra vizinha.

5.5 Armazenagem em obra

A armazenagem dos elementos de fixação deve realizar-se em locais protegidos da exposição solar excessiva e das intempéries, até à sua instalação na obra. Deve evitar-se o contacto com elementos metálicos cuja natureza origine a formação de um par galvânico forte com o aço inoxidável do sistema, nomeadamente aço macio, ferro fundido, alumínio ou zinco, para evitar o risco de corrosão bimetalica. Dever-se-á ainda evitar o contacto com elementos de cobre, bronze de alumínio, bronze de silício ou bronze de fósforo.

6 MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

À semelhança do que é recomendável para todos os sistemas de fixação de placas de pedra, os revestimentos fixados com o sistema PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV devem ser periodicamente inspecionados por técnicos competentes para verificar se ocorreu ou não degradação do revestimento, nomeadamente corrosão dos elementos, deformação anormal do sistema, deterioração das placas de pedra nos pontos de fixação ou outras anomalias que possam pôr em causa a estabilidade dos revestimentos.

Estas inspeções devem ocorrer com uma periodicidade não superior a 5 anos.

Os elementos que se apresentem com corrosão elevada ou danificados (fissuras, empenos ou deformações) devem ser substituídos.

7 MODALIDADE DE COMERCIALIZAÇÃO E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

7.1 Modalidade de comercialização

A empresa EUROPOFIX comercializa os produtos através da venda direta a uma das seguintes entidades: dono de obra, empreiteiro ou subempreiteiro.

7.2 Assistência técnica

A empresa EUROPOFIX está em condições de prestar assistência técnica em obra, sempre que para tal for solicitada. A assistência técnica inclui demonstrações prévias da instalação do sistema e acompanhamento durante a sua aplicação.

8 ANÁLISE EXPERIMENTAL

8.1 Condições de ensaio

A análise experimental realizada no âmbito da renovação da Homologação, foi efetuada no LNEC e encontra-se descrita no relatório Estudo para a renovação dos *Documentos de Homologação dos sistemas de fixação de placas de pedra natural para revestimentos de paredes: Pata Mecânica – PR e Perno de Varão Nervurado – PV*, de 2021.

O estudo englobou ensaios de identificação e caracterização dimensional do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV e dos seus componentes, realizados na Unidade de Ensaios de Revestimentos de Paredes do LNEC (LNEC/URPa) e ensaios de resistência à corrosão, realizados na Unidade de Metais e Revestimentos Inorgânicos (LNEC/UMRI).

8.2 Ensaios realizados e apreciação

8.2.1 Identificação e caracterização dimensional do sistema de fixação e dos seus componentes

Nos ensaios de identificação e caracterização dimensional do sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV não foram registados desvios significativos aos apresentados no Quadro 1, que coloquem em causa a segurança dos revestimentos.

8.2.2 Avaliação da resistência à corrosão do sistema de fixação e dos seus componentes

Para avaliar o comportamento à corrosão em zonas de exposição de ambiente mais agressivo, tais como zonas industriais ou com elevados índices de poluição, assim como em edifícios situados em zonas de exposição salina severa, realizou-se um ensaio de resistência à corrosão dos sistemas de fixação, em câmara de nevoeiro salino no LNEC/UMRI, segundo a norma NP EN ISO 9227:2014.

As observações efetuadas permitiram concluir que, em geral, o sistema de aço inoxidável X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316) apresenta um comportamento satisfatório em zonas de exposição salina severa. No que se refere ao sistema em aço inoxidável X5CrNi 18-10 (AISI 304) apresenta uma corrosão significativa nessas condições, em que se destaca a ocorrência de escorrimentos na zona achatada por prensagem dos varões e nas zonas de corte.

9 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Em todos os sistemas de fixação de placas de pedra para revestimentos de paredes deve ser efetuada a verificação da segurança em relação a determinados estados limites últimos (tensões por tração/compressão, flexão e corte) e ainda a determinados estados limites de utilização (deformações limitadas a 2 mm), comparando com esses estados limites os estados a que o sistema é conduzido pela atuação das ações a que está sujeito, quantificadas e combinadas de acordo com a regulamentação em vigor. Esta metodologia deve ser utilizada, em fase de projeto, para a determinação do número de Varões Nervurados a utilizar por placa de pedra e da sua localização em cada placa.

Na Figura 12 e no Quadro 5 definem-se as cargas admissíveis do sistema de fixação determinadas para a situação mais desfavorável (t_{min}) e verificadas apenas para a ação gravítica, considerando um coeficiente de segurança para as cargas atuantes de 1,5.

Deve ainda proceder-se à verificação da segurança em relação à ação do vento e dos sismos. No caso de estas ações, tendo em conta o local de implantação do edifício, condicionarem o dimensionamento do sistema de fixação, os valores inscritos no Quadro 5 devem ser convenientemente reduzidos. No caso dos sismos, tal verificação, conjuntamente com os seus apoios e o dimensionamento da estrutura (suporte), deve seguir as regras estabelecidas na NP EN 1998-1:2010, designadamente o disposto na secção 4.3.5 daquela norma. Deve também ter-se em atenção o acréscimo de massa destes elementos no cálculo estrutural do edifício onde vai ser aplicado.

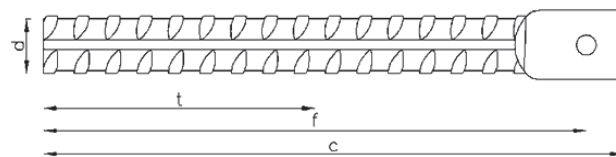


Figura 12 – Sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV

QUADRO 5

Cargas admissíveis*

Designação	c (mm)	f (mm)	t_{min} (mm)	Carga admissível por varão** (N)
PV 8/100	100 ± 2	93 ⁺¹ ₋₂	75 ± 1	637
PV 8/120	120 ± 2	113 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	677
PV 8/130	130 ± 2	123 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	549
PV 8/150	150 ± 2	143 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	363
PV 8/170	170 ± 2	163 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	275
PV 8/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	245
PV 10/100	100 ± 2	93 ⁺¹ ₋₂	75 ± 1	794
PV 10/120	120 ± 2	113 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	902
PV 10/150	155 ± 2	148 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	667
PV 10/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	461
PV 10/200	200 ± 2	193 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	363
PV 12/150	150 ± 2	143 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	1079
PV 12/180	180 ± 2	173 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	755
PV 12/200	200 ± 2	193 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	588
PV 12/220	220 ± 2	213 ⁺¹ ₋₂	85 ± 1	353
PV 14/250	255 ± 2	248 ⁺¹ ₋₂	150 ± 1	1079
PV 14/300	305 ± 2	298 ⁺¹ ₋₂	150 ± 1	382
PV 14/350	360 ± 2	353 ⁺¹ ₋₂	150 ± 1	147

* Cargas verticais admissíveis, verificadas apenas para a ação gravítica.

** Estes valores de cargas verticais admissíveis aplicam-se para os aços X5CrNi 18-10 (AISI 304) e X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316). No caso de os Varões Nervurados serem fabricadas com o aço X2CrNi 18-9 (AISI 304L), estes valores devem ser minorados por aplicação do coeficiente 0,9.

10 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Em face dos resultados obtidos nos ensaios (vd. 8), considera-se que este sistema de fixação de revestimentos de paredes em placas de pedra natural tem um comportamento satisfatório em condições normais de utilização, desde que sejam seguidas as regras enunciadas na presente DH.

Estes revestimentos apresentam ainda os seguintes aspetos favoráveis:

- permitem um dimensionamento eficaz do sistema, assegurando a sua estabilidade;
- reduzem o risco de contacto da água com o suporte, minimizando assim o risco de infiltrações;

- minimizam o problema da formação de manchas inestéticas na superfície das placas de pedra, normalmente devidas à humidade, à migração de constituintes da argamassa de colagem da pedra ou à migração de sais do suporte;
- permitem monitorizar o estado das fixações através de inspeções visuais;
- possibilitam a inclusão de uma camada intermédia de isolante térmico.

Desde que o sistema seja aplicado nas condições definidas no presente Documento de Homologação e que sejam respeitadas as outras prescrições nele incluídas, nomeadamente em relação à qualidade dos materiais e componentes empregues, pode estimar-se para o sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV de placas de pedra natural para revestimentos de paredes, um período de vida útil de vinte e cinco anos, sem prejuízo da necessidade de terem lugar, com uma periodicidade não superior a 5 anos, as inspeções referidas na secção 6.

A indicação acerca do período de vida útil não pode ser interpretada como uma garantia dada pelo fabricante, pelos seus representantes ou pelo LNEC. Essa indicação deve apenas ser considerada como um meio para a escolha de produtos adequados em relação a vida útil prevista e economicamente razoável das obras. Em condições normais de utilização, o período de vida útil pode ser mais longo, sem que haja necessidade de proceder a ações de manutenção específicas.

11 VISITAS A OBRAS

Para avaliar o comportamento ao longo do tempo do sistema PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV foram realizadas vistas a obras em uso, com idades até cerca de seis anos. As obras visitadas cobriam situações diversas, nomeadamente quanto ao tipo de pedra utilizada e à localização das obras visitadas.

Foi possível comprovar a aptidão ao uso do sistema no seu campo de aplicação, já que as aplicações observadas se apresentavam em condições satisfatórias e adequadas às utilizações previstas.

12 ENSAIOS DE RECEÇÃO

Os ensaios de receção em obra poderão justificar-se, em caso de dúvida, para verificar a identidade do sistema que foi objeto do Documento de Homologação. Compete às fiscalizações tomar essa decisão, se a considerarem necessária.

Em tal caso, devem ser efetuados os ensaios que permitem verificar que os produtos em causa exibem valores dentro dos intervalos de tolerância especificados no Quadro 6.

13 REFERÊNCIAS

A empresa EUROPOFIX – Sistemas de Fixação em Inox, S.A. comercializa, há mais de dez anos, o sistema de fixação PERNO DE VARÃO NERVURADO – PV.

QUADRO 6

Características a observar

Características	Método de ensaio	Resultados
Tipo de aço	Análise espectrográfica por emissão ótica (ou outro método equivalente)	X5CrNi 18-10 (AISI 304)–1.4301 (C ≤ 0,07%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 17,50 a 19,50%; Ni = 8,00 a 10,50%)
		X2CrNi 18-9 (AISI 304L)–1.4307 (C ≤ 0,03%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 17,50 a 19,50%; Ni = 8,00 a 10,00%;
		X5CrNiMo 17-12-2 (AISI 316) – 1.4401 (C ≤ 0,07%; Mn ≤ 2,00%; Cr = 16,50 a 18,50%; Ni = 10,00 a 13,00%; Mo = 2,00 a 2,50%)
Dimensões (C, f)	Medição com craveira	Verificação das tolerâncias indicadas no Quadro 1
Corrosão	Análise visual (especialmente nas zonas de corte e esmagamento)	Nenhum elemento deve apresentar sinais de corrosão

Segundo dados fornecidos pela referida empresa, indicam-se as obras mais significativas executadas:

- Somewhere - Estoril Guesthouse, no Estoril, Cascais, Portugal;
- Residência Sénior – Domus Aurea, em Algueirão-Mem Martins, Sintra, Portugal;
- Escola Secundária Professor Herculano de Carvalho, em Santa Maria dos Olivais, Lisboa, Portugal;
- Escola Básica e Secundária de Oliveira de Frades, em Oliveira de Frades, Portugal;
- Condomínio WIDE (Habitação), no Entroncamento, Portugal;
- Condomínio Grão Vasco (Habitação e Comércio), em Benfica, Lisboa, Portugal;
- River Lote 2 - Rua n.º 1 Bairro Rainha D. Leonor, no Porto, Portugal;
- Green Square, Hamm, Luxemburgo;
- Hippodrome, Bélgica;
- Embaixada da Palestina, Tunísia;
- Groupe Scolaire Panorama, em Clamart, França;
- 36E 68th Street, em Nova York, Estados Unidos da América.

Descritores: Revestimento de paredes / Parede fachada / Pedra natural / Pedra ornamental / Fixação de elementos de construção / Documento de homologação

Descriptors: Wall cladding / Façade / Natural stone / Decorative stone / Construction element fixation / Approval document

