

ADESIVO EPOXÍDICO BICOMPONENTE

CONFIÁVEL

A sua eficácia é comprovada pelos 35 anos de utilização na construção em madeira. Disponível em cartucho de 400 ml para uma utilização prática e rápida, em formatos de 3 litros e 5 litros para ligações de maior volume.

EFICIENTE

Adesivo epoxídico bicomponente de alto desempenho. Permite realizar ligações com uma rigidez inigualável para sistemas mecânicos de ligação.

UTILIZAÇÃO DIÁRIA

Também adequado para utilização diária, como para reparações, estugagem de furos ou restauro de partes danificadas da madeira.

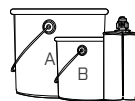


VIDEO



CALCULATION
TOOL

FORMATOS



em bidões de 3 e 5 litros
ou cartuchos de 400 ml

APLICAÇÃO

aplicável por pulverização, pincel, pistola,
percolação ou espátula, consoante a viscosidade

VÍDEO

Digitalize o QR Code e assista ao
vídeo no nosso canal YouTube



CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligações coladas para painéis, vigas, tirantes e suportes.

Aplicação com barras coladas.

Aplicação com chapas coladas para a realização de juntas rígidas de corte, momento e ação axial.

Reparação ou consolidação de elementos de madeira danificados.



ESTRUTURAL

Excelente para a realização de juntas rígidas multidirecionais, com chapas ou barras coladas.

CONSOLIDAÇÃO ESTÁTICA

Utilizável para a reconstrução do material de madeira em combinação com barras metálicas e outros materiais.

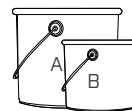
CÓDIGOS E DIMENSÕES

XEPOX P - primer

Adesivo epoxídico bicomponente de baixíssima viscosidade e elevada molhabilidade sobre o suporte, para reforços estruturais de fibra de carbono ou de vidro. Útil para a protecção de chapas saíbradas SA2,5/SA3 (ISO 8501) e para a construção de insertos FRP (Fiber Reinforced Polymers). Aplicável por rolo, pulverização e pincel.

CÓDIGO	descrição	conteúdo [ml]	embalagem	pçs
XEPOXP3000	P - primer	A + B = 3000	caixas	1

Classificação componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Classificação componente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

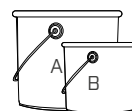


XEPOX L - líquido

Adesivo epoxídico bicomponente para empregos estruturais, muito fluido, aplicável para escoamento em furos verticais muito profundos e para juntas com insertos ocultos, em fresagens muito extensas ou com espaços internos muito exíguos (1 mm ou superiores), sempre com uma prévia e cuidadosíssima selagem das fugas. Fluido e injetável.

CÓDIGO	descrição	conteúdo [ml]	embalagem	pçs
XEPOXL3000	L - líquido	A + B = 3000	caixas	1
XEPOXL5000	L - líquido	A + B = 5000	caixas	1

Classificação componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Classificação componente B: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1.



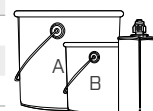
XEPOX F - fluido

Adesivo epoxídico bicomponente fluido para empregos estruturais, aplicável por injeção em furos e em fresagens, com prévia selagem das fugas. Ideal para a solidarização à madeira dos conectores dobrados (sistema Turrini-Piazza) nas lajes colaborantes de madeira-betão, quer em vigas novas quer em vigas existentes; interstício entre o metal e a madeira de cerca de 2 mm ou superior. Fluido e injetável (com cartucho).

CÓDIGO	descrição	conteúdo [ml]	embalagem	pçs
XEPOXF400 ⁽¹⁾	F - fluido	400	cartucho	1
XEPOXF3000	F - fluido	A + B = 3000	caixas	1
XEPOXF5000	F - fluido	A + B = 5000	caixas	1

⁽¹⁾ 1 bico misturador STINGXP incluído por cartucho XEPOXF400

Classificação componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1A; Aquatic Chronic 2; Classificação componente B: Repr. 1B; Acute Tox. 4; STOT RE 2; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1A.



XEPOX D - denso

Adesivo epoxídico bicomponente tixotrópico (viscoso) para usos estruturais, aplicável por injeção, sobretudo em furos horizontais ou verticais, nas vigas de madeira lamelada, madeira maciça, nas construções de tijolos e no betão armado. Injetável (com cartucho).

CÓDIGO	descrição	conteúdo [ml]	embalagem	pçs
XEPOXD400 ⁽¹⁾	D - denso	400	cartucho	1

⁽¹⁾ 1 bico misturador STINGXP incluído por cartucho XEPOXD400

Classificação componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Classificação componente B: Repr. 1B; Acute Tox. 4; Skin Corr. 1B; Eye Dam. 1; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 3.

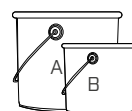


XEPOX G - gel

Adesivo epoxídico bicomponente em gel para empregos estruturais, aplicável com espátula também sobre superfícies verticais e na formação de espessuras consistentes ou irregulares. Apropriado para sobreposições de madeira muito extensas e a colagem de reforços estruturais, com fibras de vidro ou carbono e para placagens (aumento de espessura) de madeira ou metal. Aplicável com espátula.

CÓDIGO	descrição	conteúdo [ml]	embalagem	pçs
XEPOXG3000	G-gel	A + B = 3000	caixas	1

Classificação componente A: Eye Irrit. 2; Skin Irrit. 2; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 2; Classificação componente B: Acute Tox. 4; Skin Corr. 1A; Eye Dam. 1; STOT SE 3; Skin Sens. 1; Aquatic Chronic 4.



PRODUTOS ADICIONAIS - ACESSÓRIOS

CÓDIGO	descrição	pçs
MAMDB	pistola especial para adesivo bicomponente	1
STINGXP	bico de substituição para adesivo bicomponente	1

CAMPOS DE EMPREGO

A mistura dos componentes A e B provoca uma reação exotérmica (desenvolvimento de calor) e, uma vez endurecida, forma uma estrutura tridimensional com propriedades excepcionais, tais como: durabilidade ao longo do tempo, interação com a ausência de humidade, excelente estabilidade térmica, grande rigidez e resistência.

As diferentes viscosidades dos produtos XEPOX garantem utilizações versáteis para diferentes tipos de ligações, tanto para novas construções, como para recuperações estruturais. A utilização em combinação com aço, em particular, chapas, saibradas ou perfuradas, e barras, proporciona elevada resistência em espessuras limitadas.

1. LIGAÇÃO DE CONTINUIDADE DE MOMENTO



2. LIGAÇÕES DE DUAS OU TRÊS VIGAS



3. LIGAÇÃO DE MEIA MADEIRA



4. REABILITAÇÃO DE PEÇAS DEGRADADAS

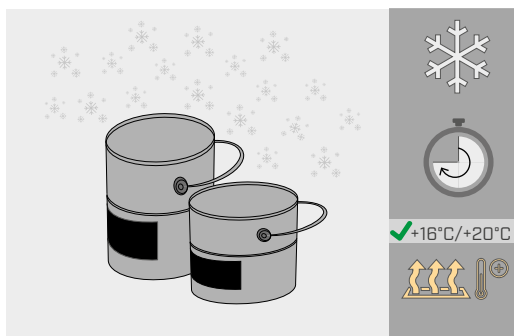


MELHORAMENTOS ESTÉTICOS

O formato de cartucho também permite que seja utilizado para arranjos estéticos e colagens em pequenas quantidades.



■ TEMPERATURAS DE APLICAÇÃO E CONSERVAÇÃO

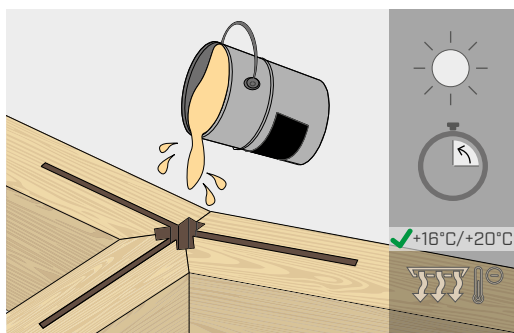


CONSERVAÇÃO DOS ADESIVOS

Os adesivos epoxídicos devem ser armazenados e conservados até ao momento da sua utilização imediata a uma temperatura moderada, tanto no inverno como no verão (idealmente cerca de + 16 °C / + 20 °C).

As temperaturas extremas facilitam a separação dos componentes químicos individuais, aumentando o risco de mistura incorreta. Deixar as embalagens expostas ao sol reduz consideravelmente o tempo de polimerização do produto.

As temperaturas de armazenamento inferiores a 10 °C aumentam a viscosidade dos adesivos, tornando a extrusão ou a percolação muito difíceis.



APLICAÇÃO DOS ADESIVOS

A temperatura ambiente tem uma influência significativa no tempo de endurecimento. Recomenda-se efetuar as colagens estruturais a uma temperatura ambiente $T > +10\text{ °C}$, idealmente cerca de 20 °C. Se a temperatura for demasiado baixa, é obrigatório aquecer as embalagens, pelo menos, uma hora antes da sua utilização e assegurar tempos mais longos antes de aplicar a carga. Se as temperaturas forem demasiado elevadas ($> 35\text{ °C}$), as colagens devem ser efetuadas em locais frescos, evitando as horas mais quentes do dia, tendo em conta uma redução significativa dos tempos de endurecimento. Se as prescrições acima referidas não forem respeitadas, corre-se o risco de não se obter o desempenho estático da junta.



TRATAMENTO FUROS E FRESAGENS

Antes da aplicação do adesivo, os furos e os entalhes feitos na madeira devem ser protegidos contra a água meteórica ou a elevada humidade atmosférica e limpos com ar comprimido.

Se as partes a serem resinadas estiverem molhadas ou altamente húmidas, devem ser absolutamente enxutas.

A utilização de adesivos XEPOX é recomendada para madeira, com um teor de humidade da madeira inferior a 18%, aproximadamente.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Propriedades	Normativa		XEPOX P	XEPOX L	XEPOX F	XEPOX D	XEPOX G
Peso específico	ASTM D 792-66	[kg/dm ³]	≈ 1,10	≈ 1,40	≈ 1,45	≈ 2,00	≈ 1,90
Relação estequiométrica em volume (A:B) ⁽¹⁾	-	-	100 ÷ 50 ⁽²⁾	100 ÷ 50	100 ÷ 50	100 ÷ 50	100 ÷ 50
Viscosidade (25 °C)	-	[mPa·s]	A = 1100 B = 250	A = 2300 B = 800	A = 14000 B = 11000	A = 300000 B = 300000	A = 450000 B = 13000
Pot life (23 °C ± 2°C) ⁽³⁾	ERL 13-70	[min]	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60	60 ÷ 70
Temperatura de aplicação	-	[°C]	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35	10 ÷ 35
Temperatura de transição vítrea	EN ISO 11357-2	[°C]	66	61	59	57	63
Tensão normal de aderência (val. médio) σ_0	EN 12188	[N/mm ²]	21	27	25	19	23
Resistência ao corte oblíquo em compressão a 50° $\sigma_{0,50^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	94	69	93	55	102
Resistência ao corte oblíquo em compressão a 60° $\sigma_{0,60^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	106	88	101	80	109
Resistência ao corte oblíquo em compressão a 70° $\sigma_{0,70^\circ}$	EN 12188	[N/mm ²]	121	103	115	95	116
Resistência à compressão ⁽⁴⁾	EN 13412	[N/mm ²]	95	88	85	84	94
Módulo elástico médio em compressão	EN 13412	[N/mm ²]	3438	3098	3937	3824	5764
Coefficiente de dilatação térmica ⁽⁵⁾	EN 1770	[m/m°C]	7,0 x 10 ⁻⁵	7,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	6,0 x 10 ⁻⁵	5,0 x 10 ⁻⁵
Carga unitária de rutura por tração ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	40	36	30	28	30
Módulo elástico médio por tração ⁽⁶⁾	ASTM D638	[N/mm ²]	3300	4600	4600	6600	7900
Carga unitária de rutura por flexão ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	86	64	38	46	46
Módulo elástico médio em flexão ⁽⁶⁾	ASTM D790	[N/mm ²]	2400	3700	2600	5400	5400
Carga unitária de rutura por corte (punch tool) ⁽⁶⁾	ASTM D732	[N/mm ²]	28	29	27	19	25

NOTAS

⁽¹⁾ Os componentes são embalados em quantidades pré-doseadas, prontos a utilizar. A relação é em volume e o em peso.

⁽²⁾ É recomendável não utilizar mais de um litro de XEPOX P misturado de cada vez. A relação entre os componentes A:B em peso é de aproximadamente 100:44,4

⁽³⁾ Pot-life (vida útil da mistura) refere-se ao tempo necessário para que a viscosidade inicial da mistura duplique ou quadruple. É o tempo durante o qual a resina permanece utilizável depois de ser misturada com o endurecedor. É diferente da working life (vida útil), que é o tempo disponível para o operador aplicar e manusear a resina (aproximadamente 25-30 min).

⁽⁴⁾ Valor médio (em 3 testes efetuados) no final dos ciclos de carga/descarga.

⁽⁵⁾ Coeficiente de dilatação térmica no intervalo de -20 °C a +40 °C, de acordo com a norma UNI EN 1770.

⁽⁶⁾ Valor médio dos testes efetuados na campanha de investigação "Ligações inovadoras para elementos estruturais de madeira" - Politécnico de Milão.

• XEPOX está registado como Marca da União Europeia n.º 018146096.

LIGAÇÕES COM BARRAS COLADAS

Seguem-se as indicações contidas nas DIN 1052:2008 e nas normas italianas CNR DT 207:2018.

MÉTODO DE CÁLCULO | RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

A resistência à tração de uma barra de diâmetro d é de:

$$R_{ax,d} = \min \begin{cases} f_{y,d} \cdot A_{res} & \text{ruptura da barra de aço} \\ \pi \cdot d \cdot l_{ad} \cdot f_{v,d} & \text{ruptura da interface madeira-adesivo} \\ f_{t,0,d} \cdot A_{eff} & \text{ruptura do lado da madeira} \end{cases}$$



onde:

$f_{y,d}$ é a resistência de projeto à ruptura de tensão da barra de aço [N/mm²]

A_{res} é a área resistente da barra de aço [mm²]

d é o diâmetro nominal da barra de aço [mm]

l_{ad} é o comprimento de colagem da barra de aço [mm]

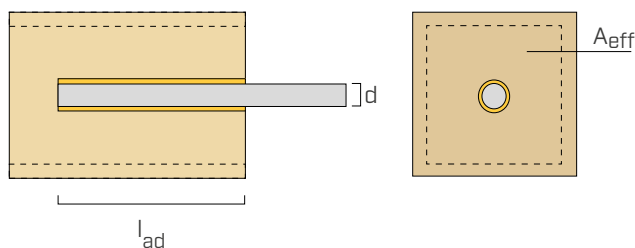
$f_{v,d}$ é a resistência ao corte de projeto da colagem [N/mm²]

$f_{t,0,d}$ é a resistência de projeto à tração paralela à fibra da madeira [N/mm²]

A_{eff} é a área efetiva de ruptura da madeira [mm²]



A área efetiva A_{eff} não pode ser considerada maior do que a correspondente a um quadrado de madeira de lado $6 \cdot d$ e, de qualquer forma, não maior do que a geometria efetiva.



A resistência característica ao corte $f_{v,k}$ depende do comprimento de colagem:

l_{ad} [mm]	$f_{v,k}$ [MPa]
≤ 250	4
$250 < l_{ad} \leq 500$	$5,25 - 0,005 \cdot l$
$500 < l_{ad} \leq 1000$	$3,5 - 0,0015 \cdot l$

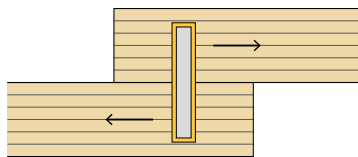
Para um ângulo de colagem α em relação à direção das fibras, há:

$$f_{v,\alpha,k} = f_{v,k} \cdot (1,5 \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)$$

MÉTODO DE CÁLCULO | RESISTÊNCIA AO CORTE

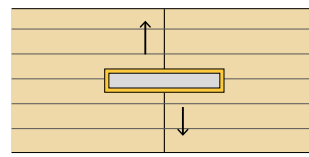
A resistência ao corte de uma barra pode ser calculada com as conhecidas fórmulas de Johansen para parafusos de rosca métrica, com as seguintes precauções:

$$f_{h,k\perp} = f_{h,k} + 25\%$$



Para barras coladas **perpendicularmente à fibra**, a resistência ao esforço de apoio pode ser aumentada até 25%.

$$f_{h,k//} = 10\% f_{h,k\perp}$$



Para barras coladas **paralelamente à fibra**, a resistência ao ressalto é 10% do valor perpendicular à fibra.

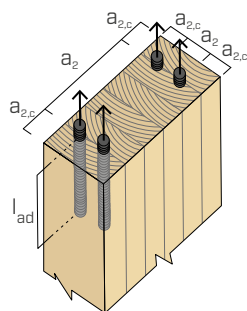
O efeito oco é calculado como a resistência dada pela interface madeira-adesivo. Para obter a resistência de uma barra colada a um ângulo α em relação à fibra, é permitido interpolar linearmente entre os valores de resistência para $\alpha=0^\circ$ e $\alpha=90^\circ$.

INSTALAÇÃO

DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA BARRAS SOB TENSÃO À TRACÇÃO

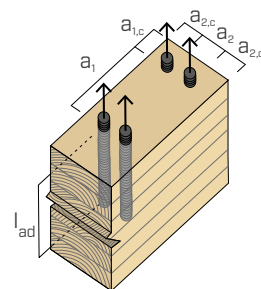
Barras coladas // à fibra

a_2	$5 \cdot d$
$a_{2,c}$	$2,5 \cdot d$



Barras coladas $\perp$ à fibra

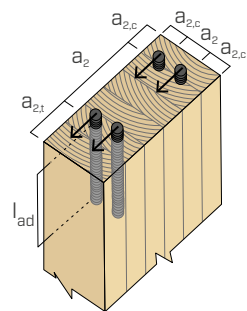
a_1	$4 \cdot d$
a_2	$4 \cdot d$
$a_{1,c}$	$2,5 \cdot d$
$a_{2,c}$	$2,5 \cdot d$



DISTÂNCIAS MÍNIMAS PARA BARRAS SOB TENSÃO DE CORTE

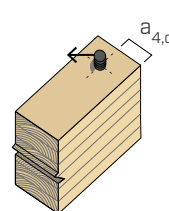
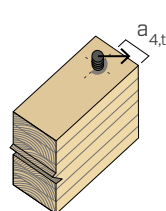
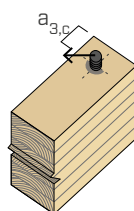
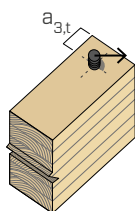
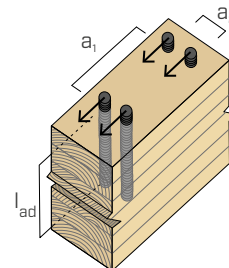
Barras coladas // à fibra

a_2	$5 \cdot d$
$a_{2,c}$	$2,5 \cdot d$
$a_{2,t}$	$4 \cdot d$



Barras coladas $\perp$ à fibra

a_1	$5 \cdot d$
a_2	$3 \cdot d$
$a_{3,t}$	$7 \cdot d$
$a_{3,c}$	$3 \cdot d$
$a_{4,t}$	$3 \cdot d$
$a_{4,c}$	$3 \cdot d$



BARRAS COLADAS - INSTRUÇÕES DE COLOCAÇÃO

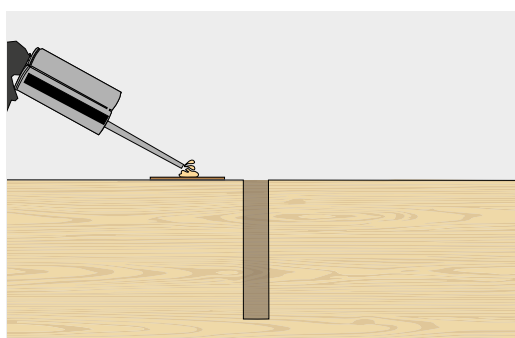
OPÇÃO 1 (válida apenas para colagens na vertical)



REALIZAÇÃO DO FURO

É aconselhável efetuar um furo cego com um diâmetro igual ao da barra roscada aumentado em 2 a 4 mm. A ponta do berbequim deve estar limpa e seca, de modo a remover qualquer contaminação que possa afetar o processo de polimerização. Do mesmo modo, a barra deve estar perfeitamente limpa e sem vestígios de óleo ou de água na sua superfície. O furo deve ser limpo de limalhas ou poeiras com ar comprimido.

Deve ser considerado um comprimento do furo igual ao comprimento de colagem derivado dos cálculos, aumentado em 10 mm.

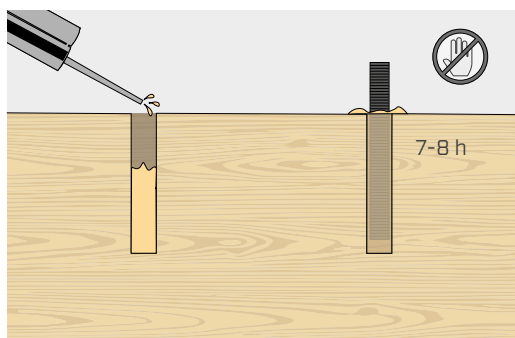


PREPARAÇÃO DO ADESIVO

Depois de usar todos os EPI necessários, retirar o anel de fecho e a tampa de proteção do cartucho, instalar o bico misturador STINGXP e fixá-lo recolocando o anel de fecho.

Recomenda-se a utilização de cartuchos corretamente armazenados, como indicado nas páginas anteriores.

Inserir o cartucho na pistola MAMMOTH DOUBLE. Começar a distribuir a resina, descartando-a para um recipiente separado até que a mistura esteja homogênea e sem estrias. Só quando a cor da resina é homogênea é que a mistura dos dois componentes pode ser considerada correta.



ENCHIMENTO DO FURO E POSICIONAMENTO DA BARRA

Encher o furo com a quantidade necessária de adesivo. É aconselhável exceder um pouco a quantidade de resina para ter a certeza de que não ficam retidas bolhas de ar. Uma ligeira falta de resina pode ser compensada após a inserção da barra.

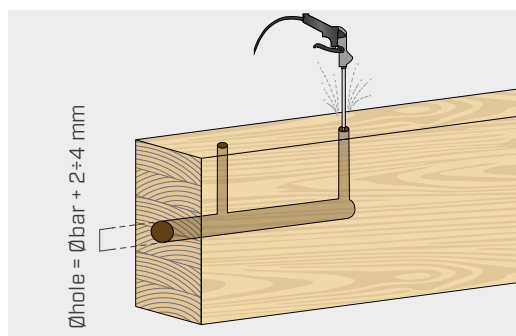
Inserir lentamente a vareta, rodando-a no sentido dos ponteiros do relógio, e afundá-la no furo. Pode ser útil marcar a profundidade de inserção na barra com uma caneta de feltro. Idealmente, deve ficar cerca de 1 cm entre a extremidade da barra e o fundo do furo.

A retilidade da barra pode ser regulada até 15 minutos após a inserção. Pode ser utilizado um dispositivo de retenção para manter a barra imóvel.

Durante as 7/8 horas seguintes, nem a madeira nem a barra devem ser tocadas ou submetidas a tensões.

É aconselhável deixar uma pequena quantidade de resina sobre o furo para compensar a eventual absorção da madeira. O excesso de adesivo pode ser limpo com um pano ou uma espátula.

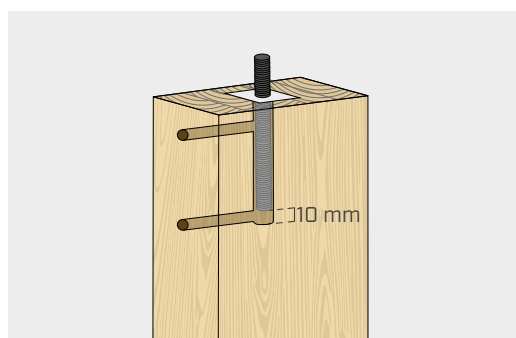
OPÇÃO 2 - RECOMENDADA (válida para colagens na vertical ou na horizontal com selagem)



REALIZAÇÃO DO FURO

É aconselhável efetuar um furo cego com um diâmetro igual ao da barra rosca aumentado em 2 a 4 mm. A ponta do berbequim deve estar limpa e seca, de modo a remover qualquer contaminação que possa afetar o processo de polimerização. Do mesmo modo, a barra deve estar perfeitamente limpa e sem vestígios de óleo ou de água na sua superfície. Fazer dois furos perpendiculares a cada furo cego, um para injeção (na base do furo principal) e outro para ventilação (perto do topo do furo principal). Os 3 furos devem estar perfeitamente limpos, sem limalhas ou pó. Recomendamos a utilização de pistolas de ar comprimido para verificar se estão todos ligados entre si.

Deve ser considerado um comprimento do furo principal igual ao comprimento de colagem derivado dos cálculos, aumentado em 10 mm.

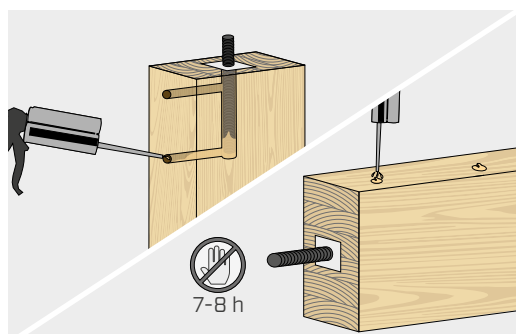


POSICIONAMENTO DA BARRA

Inserir a barra no furo. Idealmente, deve ficar cerca de 1 cm entre a extremidade da barra e o fundo do furo. Pode ser útil marcar com uma caneta de feltro na barra o comprimento de inserção necessário. Pode ser utilizado um dispositivo de suporte para manter a barra perfeitamente centrada.

Selar a entrada do furo à volta da barra rosca, tendo o cuidado de não colocar o material selante no interior do furo.

Prestar atenção a quaisquer fissuras na madeira que possam causar a fuga da resina antes do endurecimento. De igual modo, o selante não deve apresentar fugas que provoquem a fuga da resina.



ENCHIMENTO DO FURO

Através do furo de injeção inferior, injetar a resina até que esta saia pelo furo de ventilação. O enchimento a partir de baixo permite encher o furo sem bolhas de ar.

Se a barra for mantida na posição horizontal, o enchimento deve ser efetuado injetando a partir do furo superior.

Adicionar adesivo se notar uma decida no nível de adesivo (devido a uma fuga de ar tardia ou a uma perda). Tapar os furos de ventilação e de injeção com buchas de madeira, limpando o excesso de resina.

A retilidade da barra pode ser regulada até 15 minutos após a injeção da resina.

Durante as 7/8 horas seguintes, nem a madeira nem a barra devem ser tocadas ou submetidas a tensões.

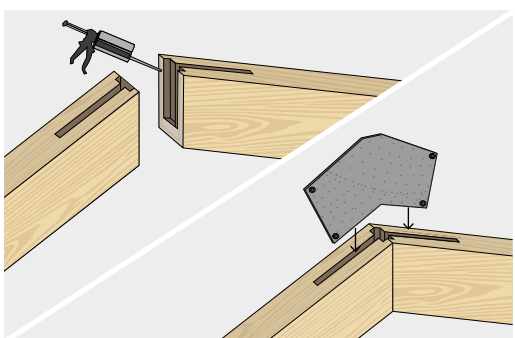
LIGAÇÕES DE MOMENTO COM CHAPAS



PREPARAÇÃO DO SUPORTE METÁLICO

As ponteiros metálicas devem ser limpas e desengorduradas, sem vestígios de óleo ou água em toda a sua superfície.

As chapas lisas devem ser tratadas com um processo de areagem de grau SA2,5 / SA3 e depois protegidas com um mão de XEPOX P a fim de se evitar a oxidação delas. Para garantir o posicionamento correto das ponteiros dentro das fresagens, recomenda-se a colocação de anilhas espaçadoras nas ponteiros metálicas durante a fase de polimerização da camada de proteção. Proteger as superfícies metálicas da luz solar direta.

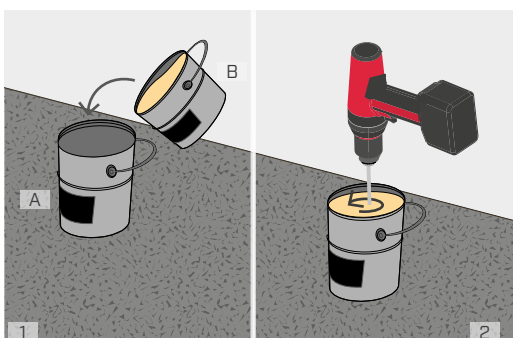


PREPARAÇÃO DO SUPORTE DE MADEIRA

É aconselhável efetuar uma fresagem para cada suporte metálico com uma espessura igual à da chapa aumentada em 4÷6 mm (2÷3 mm de cola por lado). A fresagem deve estar perfeitamente limpa, sem limas ou pó. Sugere-se também a colocação de uma almofada "útil" de adesivo a efetuar com uma fresagem adequada na zona da cabeça dos elementos de madeira, como garantia da funcionalidade do sistema de contacto.

Perto das bordas verticais, aplicar tiras contínuas de fita adesiva de papel a cerca de 2÷3 mm da borda. Depois de inserir a chapa na fresagem, aplicar um cordão contínuo de silicone acético e fazê-lo aderir também às superfícies protegidas pela fita. As fresagens extradorsais dos elementos inclinados devem ser seladas com tábuas de madeira antes da aplicação da resina. Apenas a extremidade das fresagens no ponto mais alto deve ser deixada descoberta para poder efetuar a colagem.

Deve ser evitada qualquer contaminação entre os selantes e a resina.

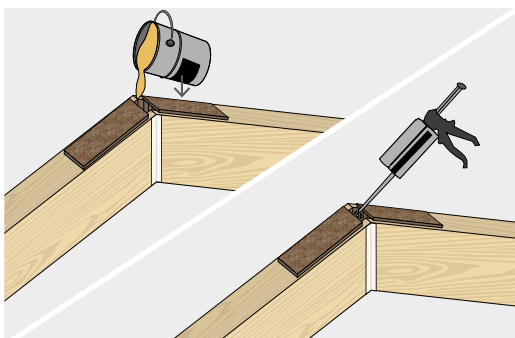


REALIZAÇÃO DA JUNTA

Usar todos os EPI necessários antes de iniciar as operações de mistura.

Produto em bidões: se necessário, misturar o conteúdo das embalagens individuais de modo a amalgamar as partes sólidas e líquidas dos compostos até obter produtos homogêneos. Deitar o componente B no bidão que contém o componente A. Misturar com um misturador adequado de dupla hélice montado na ferramenta elétrica (ou batedor de metal) até obter uma mistura de cor homogênea. Não devem ser visíveis quaisquer riscos brancos ou partes de cores diferentes no interior do bidão. Em seguida, verter a mistura resultante na fresagem diretamente do bidão de mistura (fundição) ou pegar no produto e espalhá-lo com uma espátula.

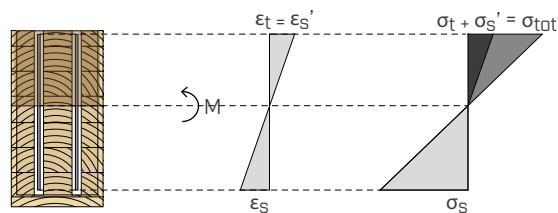
Produto em cartuchos: inserir o cartucho com o bico na pistola MAM-MOTH DOUBLE, tendo o cuidado de verificar se está bem assente na sede. Começar a distribuir a resina, descartando-a para um recipiente separado até que a mistura esteja homogênea e sem estrias. Só quando a cor da resina é homogênea é que a mistura dos dois componentes pode ser considerada correta.



LIGAÇÕES DE MOMENTO COM CHAPAS

MÉTODO DE CÁLCULO | SECÇÃO DA CABEÇA

As forças resultantes do momento e da força axial são determinadas pela homogeneização dos materiais da secção, na hipótese de conservação das secções planas. A tensão de corte é absorvida apenas pelas chapas. Também é necessário verificar as tensões que atuam na secção de madeira útil das fresagens.



MÉTODO DE CÁLCULO | DISTRIBUIÇÃO DO MOMENTO NA INTERFACE AÇO-ADESIVO-MADEIRA

O momento é distribuído pelo número de interfaces (1 chapa = 2 interfaces) e, em seguida, decomposto em forças, considerando tanto a inércia polar em torno do centro de gravidade, como as diferentes rigidezes da madeira. Desta forma, as tensões tangenciais máximas são obtidas na direção ortogonal e paralela à fibra, a serem verificadas na sua interação.



Momento de inércia polar de meia ponteira em relação ao centro de gravidade, pesado nos módulos de corte de madeira:

$$J_p^* = \frac{l_i \cdot h^3}{12} \cdot G + \frac{l_i^3 \cdot h}{12} \cdot G_{rs}$$

Cálculo das forças tangenciais e verificação combinada:

$$\tau_{max,hor} = \frac{(M_d + M_{T,Ed})}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot \frac{h}{2} \cdot G + \frac{N_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

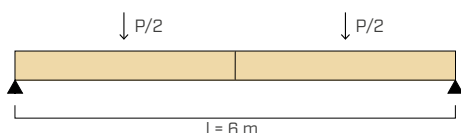
$$\tau_{max,vert} = \frac{(M_d + M_{T,Ed}) \cdot e}{2 \cdot n_i \cdot J_p^*} \cdot G_{rs} + \frac{V_d}{2 \cdot n_i \cdot A_i}$$

$$\sqrt{\left(\frac{\tau_{max,hor}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max,vert}}{f_{v,rs,d}}\right)^2} \leq 1$$

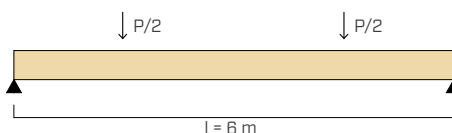
RIGIDEZ DAS LIGAÇÕES

As ligações de momento realizadas com os adesivos epoxídicos XEPOX garantem uma elevada rigidez aos elementos ligados. De facto, comparando o comportamento de uma viga em apoio simples constituída por dois elementos de madeira ligados em momento, utilizando chapa e resina XEPOX com o comportamento de uma viga contínua em apoio simples, de igual vão e secção, tensionadas com a mesma configuração de carga, verifica-se que a ligação de momento consegue garantir uma rigidez e uma transmissão do momento próximas das da viga contínua.

EXPERIMENTAL



REFERÊNCIA (viga inteira, calculada)



$$\frac{M_{test}}{M_{Rif}} = 0,90$$

$$\frac{E_{test}}{E_{Rif}} = 0,77$$

A deflexão medida experimentalmente à carga de rutura é de cerca de 55 mm; a deflexão elástica de uma viga inteira calculada para a mesma carga é de 33 mm. O aumento do deslocamento vertical da viga ligada na proximidade da rutura da junta é, portanto, de $l/270$. Lembramos que estes valores não são comparáveis com os valores de deflexão normais de projeto, em que a deflexão é avaliada em condições de funcionamento e não nos estados limites últimos.

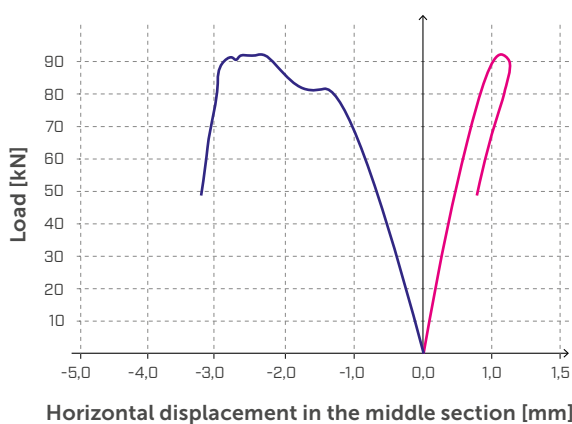
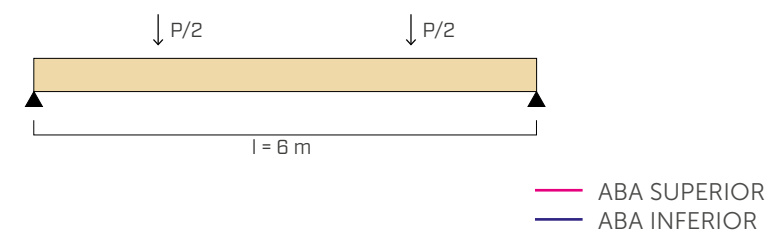
Os valores derivados dos testes não são valores característicos e devem ser entendidos apenas como valores indicativos do comportamento geral das uniões de momento com resinas epóxicas e chapas.

MADEIRA REATIVA À COMPRESSÃO NA SECÇÃO DA CABEÇA

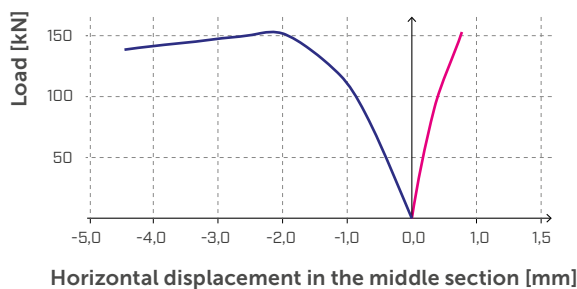
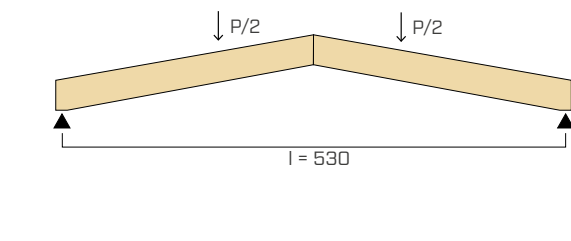
Os dois gráficos abaixo mostram os deslocamentos horizontais das fibras tensionadas e comprimidas na secção de cabeça da ligação, registados durante os testes realizados no Politécnico de Milão.

Os dois testes envolveram duas ligações de momento efetuadas com XEPOX e ponteiros metálicas (ver exemplo nas páginas seguintes). A presença de uma almofada de resina de espessura média (5-10 mm) assegurou o contacto entre as duas secções da cabeça. Verifica-se em ambos os casos que o maior deslocamento ocorre nas fibras tensionadas, validando a hipótese de cálculo de que, se for assegurado o contacto entre as duas secções, a madeira reage também à compressão juntamente com as ponteiros metálicas, deslocando o eixo neutro para cima.

EXEMPLO 1



EXEMPLO 2



EXEMPLO DE CÁLCULO

É agora apresentada a comparação entre os resultados dos testes de flexão de 4 pontos efetuados nos laboratórios do Politécnico de Milão e os resultados de cálculo da mesma junta de momento com chapas coladas.

Como se pode ver pelo fator de sobre-resistência f , calculado como a relação entre o momento resistente do teste e o momento resistente calculado, existe uma boa margem de segurança no cálculo destas juntas.

O valor resultante do teste não é um valor característico e não se destina a ser utilizado no projeto.

EXEMPLO 1 | LIGAÇÃO DE CONTINUIDADE

GEOMETRIA DA LIGAÇÃO: VIGA E CHAPAS

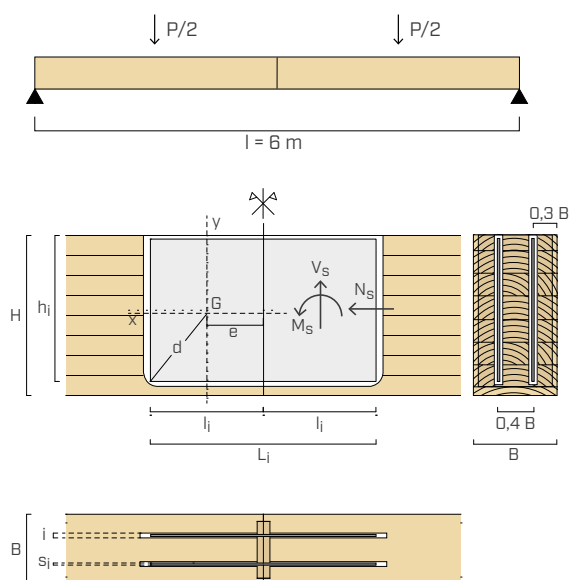
n_i	2 mm	B	200 mm
S_i	5 mm	H	360 mm
h_i	320 mm	B_n	178 mm
l_i	400 mm	α_1	0 °
e	200 mm		

MATERIAIS E DADOS DE PROJETO

Classe de aço	S275
γ_{M0}	1

Ponteiras metálicas saibradas de grau SA2,5/SA3 (ISO8501).

Classe da madeira	GL24h
$f_{c,0,k}$	24,0 MPa
$f_{c,90,k}$	2,1 MPa
$f_{v,k}$	3,5 MPa
$f_{v,rs}$	1,2 MPa
k_{mod}	1,1
γ_M	1,3



UTILIZAÇÃO DE XEPOX

Proteção das ponteiros metálicas contra a oxidação com XEPOX P. Utilização de adesivo XEPOX F ou XEPOX L.

CARGAS DE PROJETO QUE ATUAM NA LIGAÇÃO

M_d	momento de projeto aplicado	50,9 kNm
V_d	corte de projeto aplicado	0 kN
N_d	ação axial aplicada	0 kN

VERIFICAÇÕES

VERIFICAÇÃO DA LIGAÇÃO DA CABEÇA ^{[1], [2]}			
			% de verificação
σ_t	força máxima de compressão do lado da madeira	10,2 MPa	50 %
σ_s	força máxima de compressão do lado do aço	179,4 MPa	65 %
σ_{s'}	força máxima de tração do lado do aço	256,9 MPa	93 %

VERIFICAÇÃO DA SECÇÃO LÍQUIDA DA MADEIRA			
			% de verificação
σ_{t,m}	força máxima de flexão do lado da madeira	13,2 MPa	65 %
F_{t,local}	carga máxima de tração do lado da madeira	242,1 kN	100 %

VERIFICAÇÃO DA MÁXIMA TENSÃO TANGENCIAL NAS SUPERFÍCIES DE INTERFACE ^{[3],[4]}			
			% de verificação
J_p*	módulo de inércia polar ponderado	8,50 · 10 ¹¹ Nmm ²	
τ_{max,hor}⁽³⁾	força tangencial máxima (corte)	1,58 MPa	53 %
τ_{max,vert}⁽³⁾	força tangencial máxima (rolling shear)	0,2 MPa	19 %
verificação da força combinada			57 %

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA CALCULADA E DA RESISTÊNCIA DE TESTE			
Modo de crise da ligação:			% de verificação
Carga máxima de tração do lado da madeira			100 %
M_d = M_{Rd}	momento resistente de projeto	50,9 kNm	
M_{TEST}	momento resistente do teste (Politécnico de Milão)	94,1 kNm	
f	fator de sobre-resistência	1,8	

LEGENDA:			
n_i	número de ponteiros	e	excentricidade entre o centro de gravidade da chapa e a ligação da cabeça
S_i	espessura das ponteiros metálicas	J_p*	momento polar de inércia de meia-ponteira ponderada
h_i	altura das ponteiros metálicas	f_{c,o,k}	resistência característica à compressão paralela à fibra
l_i	comprimento de inserção das ponteiros metálicas	f_{c,90,k}	resistência característica à compressão perpendicular à fibra
B	base da viga	f_{v,k}	resistência característica ao corte
H	altura da viga	f_{v,rs}	resistência característica ao "rolling shear"
B_n	largura da viga sem as fresagens	M_{TEST}	momento resistente último do teste efetuado no Politécnico de Milão
α₁	ângulo de inclinação das vigas	f	fator de sobre-resistência (f = M _{TEST} /M _{Rd})

NOTAS

Os coeficientes k_{mod} e γ_M devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo.

Note-se que os cálculos foram efetuados tendo em conta os valores de k_{mod} e γ_M de acordo com a EN 1995-1-1 e γ_{M0} de acordo com a EN 1993-1-1.

⁽¹⁾ O cálculo da secção foi efetuado considerando ligações elásticas lineares para todos os materiais. Note-se ue, em caso de cargas axiais e de corte, é necessário verificar a combinação destas forças.

⁽²⁾ Neste cálculo considera-se que a almofada de resina permite um contacto total da secção de interface e que, portanto, a madeira possa reagir à compressão. Se a almofada não for executada, é recomendável verificar apenas a ponteira metálica como reagente, aplicando a fórmula seguinte com os parâmetros geométricos:

$$f_{yd} \leq \frac{M_d}{\frac{B \cdot h^2}{6}}$$

⁽³⁾ É de salientar que os adesivos XEPOX se caracterizam por resistências ao corte e à tração que se mantêm inalteradas ao longo do tempo e que são claramente superiores às resistências oferecidas pelo material madeira. Por tal motivo, a verificação da resistência à torsão das interfaces é feita avaliando-se somente o lado da madeira, considerando-se satisfeita a mesma verificação para o adesivo.

⁽⁴⁾ A tensão de corte "τ" da interface madeira-adesivo-aço, transferida para a madeira, é calculada no seu valor máximo em caso de inclinação paralela ou perpendicular às fibras da madeira. Estas tensões são comparadas com a resistência ao corte na madeira e com a resistência ao corte por rolling shear, respetivamente. Também deve ser considerado o contributo de um momento de transporte $M_{T,ED}$ resultante da tensão de corte, se presente.

• XEPOX está registado como Marca da União Europeia n.º 018146096.