

# PILLAR

## SISTEMA DE LIGAÇÃO PILAR-LAJE

### EDIFÍCIOS SOBRE COLUNAS

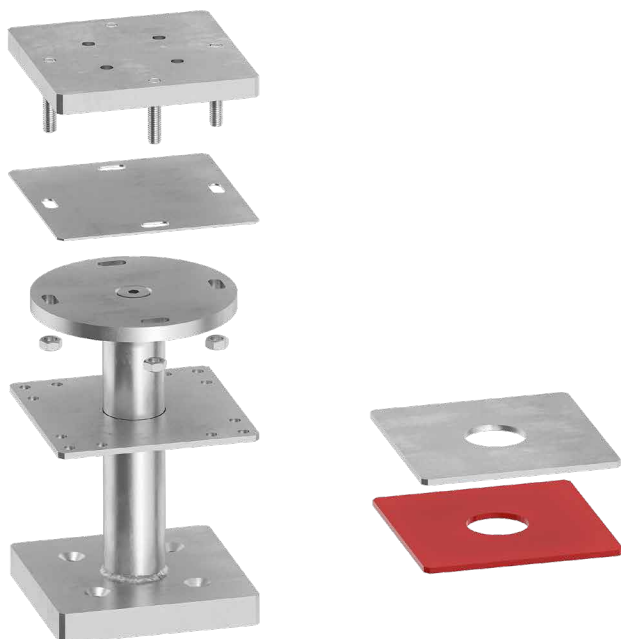
O sistema permite a construção de edifícios com o sistema pilar-laje. Distância entre as colunas até 3,5 x 7,0 m. O sistema SPIDER é ideal para a utilização sobre colunas nos ângulos ou no perímetro da malha estrutural.

### PILAR-PILAR

O núcleo central de aço do sistema impede que os painéis CLT sejam esmagados e permite que mais de 5000 kN de força vertical sejam transferidos entre pilares.

### SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

O conector tem dimensões reduzidas, o que lhe permite ficar dentro do espaço dos pilares e da laje, proporcionando proteção contra incêndios.



VIDEO



DESIGN  
REGISTERED



ETA-19/0700

CLASSE DE SERVIÇO

SC1

SC2

MATERIAL

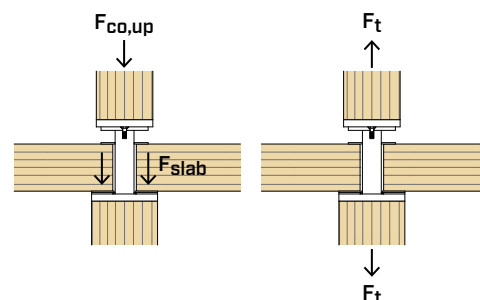
S355  
Fe/Zn12c

aço carbônico S355 + Fe/Zn12c

S690  
Fe/Zn12c

aço carbônico S690 + Fe/Zn12c

FORÇAS



VÍDEO

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



## CAMPOS DE APLICAÇÃO

Edifícios multi-pisos com sistema pilar-laje. Pilares de madeira maciça, madeira lamelada, madeiras de alta densidade, CLT, LVL, aço e betão armado.



## MULTI-STOREY

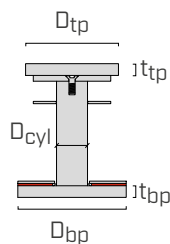
Sistema de ligação para grandes cargas pontuais de compressão em pilares de madeira, betão ou aço. Fiável e testado em edifícios com mais de 15 pisos.

## PORTA-PILAR

Ligação versátil e certificada também em betão, utilizada na base do pilar de madeira. Com um sistema de porca e contraporca, é possível regular a altura do apoio.

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

### CONECTOR PILLAR



O código é composto pela respetiva espessura do painel CLT em mm (XXX =  $t_{CLT}$ ).

Exemplo: o PIL80MXXX para painéis CLT com XXX =  $t_{CLT}$  = 200 mm tem o código PIL80M200.

CÓDIGO	cilindro $D_{cyl}$ [mm]	chapa inferior $D_{bp} \times t_{bp}$ [mm]	chapa superior $D_{tp} \times t_{tp}$ [mm]	peso [kg]	pçs
PIL60SXXX	60	200 x 30	200 x 20	26,4	1
PIL80SXXX	80	240 x 30	200 x 30	38,2	1
PIL80MXXX	80	280 x 30	240 x 30	43,7	1
PIL80LXXX	80	280 x 40	280 x 40	64,3	1
PIL100SXXX	100	240 x 30	240 x 20	42,2	1
PIL100MXXX	100	280 x 30	280 x 30	55,5	1
PIL120SXXX	120	280 x 30	280 x 30	60,3	1
PIL120MXXX	120	280 x 40	280 x 40	72,5	1
PIL100LXXX	100	280 x 20	não prevista	34,7	1
PIL120LXXX	120	280 x 20	não prevista	41,8	1

XXX =  $t_{CLT}$   
[mm]

160

180

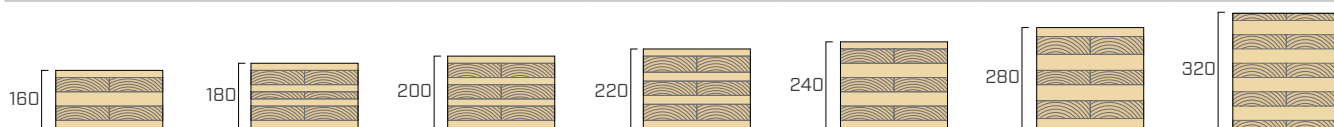
200

220

240

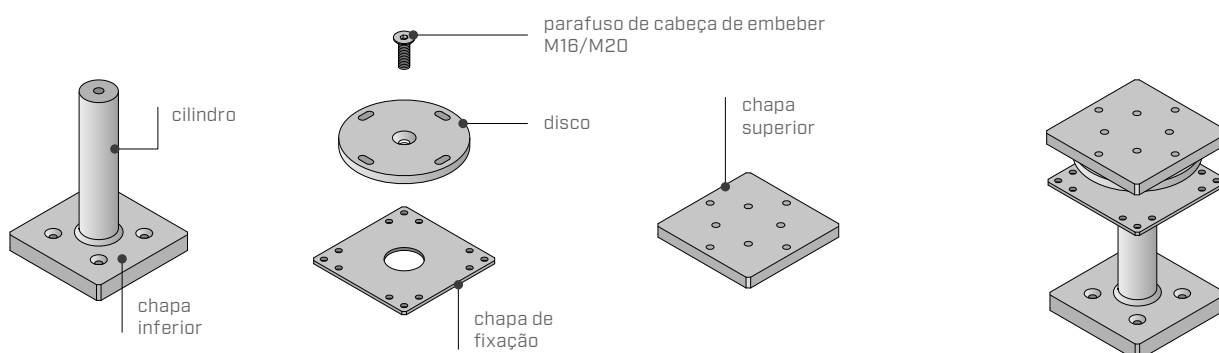
280

320



Disponível também para espessuras  $t_{CLT}$  intermédias não presentes na tabela.

Cada código inclui os seguintes componentes:



#### XYLOFON WASHER (opcional)

CÓDIGO	adequado para	pçs
XYLWXX60200	PIL60S	1
XYLWXX80240	PIL80S	1
XYLWXX80280	PIL80M - PIL80L	1
XYLWXX100240	PIL100S	1
XYLWXX100280	PIL100M - PIL100L	1
XYLWXX120280	PIL120S - PIL120M - PIL120L	1

O código é composto pelo respetivo shore do XYLOFON (35, 50, 70, 80 ou 90).  
XYLOFON WASHER 35 shore para PIL80M: código XYLW3580280

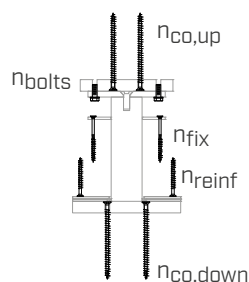
#### CHAPA DE DISTRIBUIÇÃO (opcional)

CÓDIGO	adequado para	pçs
SP60200	PIL60S	1
SP80240	PIL80S	1
SP80280	PIL80M - PIL80L	1
SP100240	PIL100S	1
SP100280	PIL100M - PIL100L	1
SP120280	PIL120S - PIL120M - PIL120L	1

A chapa de distribuição deve ser utilizada apenas na presença de XYLOFON WASHER + parafusos de reforço.

## CÓDIGOS E DIMENSÕES

### NÚMERO DE PARAFUSOS POR CONECTOR



n <sub>co,up</sub>	4	VGS Ø11
n <sub>co,down</sub>	4	VGS Ø11
n <sub>bolts</sub>	4	SPBOLT1235 - SPROD1270
n <sub>fix</sub>	12	HBS PLATE Ø8
n <sub>reinf</sub>	consultar a secção GEOMETRIA E MATERIAIS na pág. pagina 20	
		VGS Ø9

Parafusos e parafusos de rosca métrica não incluídos na embalagem.  
Os parafusos de reforço  $n_{reinf}$  são opcionais.

## PRODUTOS ADICIONAIS - FIXAÇÕES

### PARAFUSOS

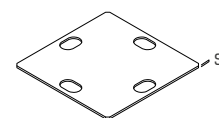
tipo	descrição		d [mm]	suporte
HBS PLATE	parafuso de cabeça troncocónica		8	
VGS	parafuso de rosca total e cabeça de embeber		9-11	

### PARAFUSOS-MÉTRICO

CÓDIGO	descrição		d [mm]	L [mm]	SW [mm]
SPBOLT1235	parafuso rosca métrica de cabeça sextavada 8.8 DIN 933 EN 15048		M12	35	19
SPROD1270	barra roscada 8.8 DIN 976-1		M12	70	-
MUT93412	porca exagonal classe 8 DIN 934-M12		M12	-	19
ULS13242	anilha DIN 125		-	-	-

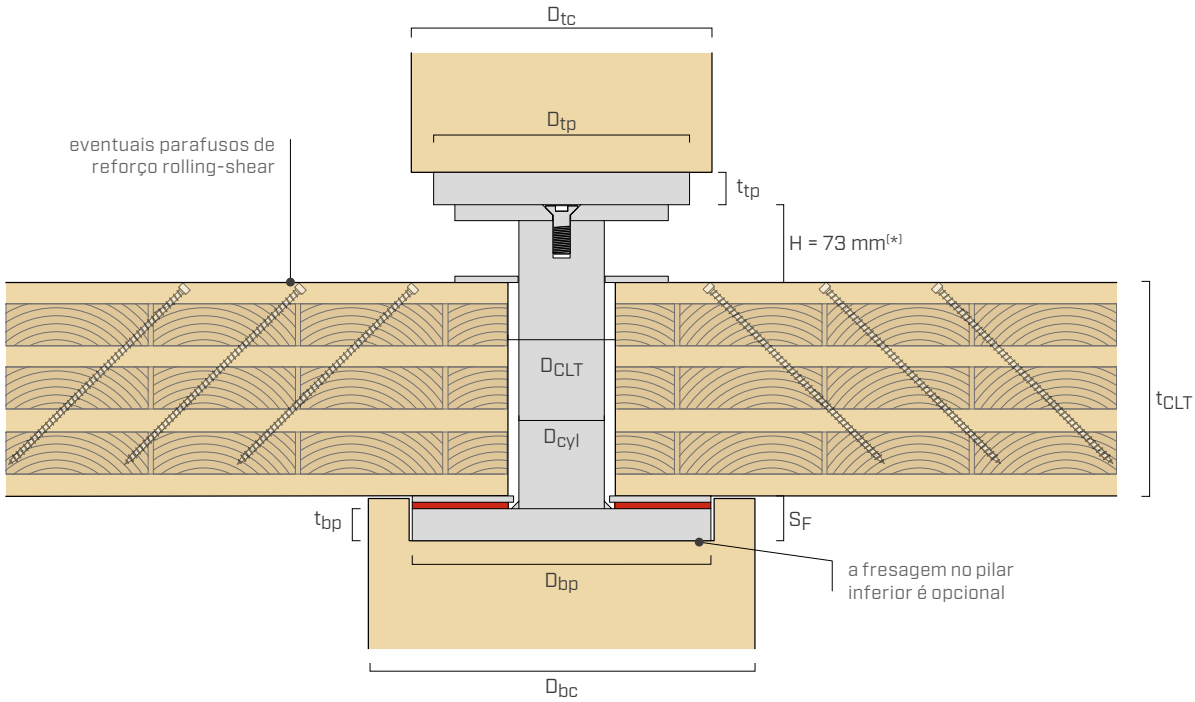
### ACESSÓRIOS DE MONTAGEM

CÓDIGO	descrição	s [mm]	pçs
PILSHIM10	cunha de nivelamento	1	20
PILSHIM20	cunha de nivelamento	2	10



A **ficha técnica** completa dos **valores estáticos** está disponível no sítio Web [www.rothoblaas.pt](http://www.rothoblaas.pt)





(\*) Em caso de aplicação sem XYLOFON WASHER e chapa de repartição (H = 85 mm). Em caso de aplicação de XYLOFON apenas (H = 79 mm).

CONECTOR

MODELO	chapa inferior			cilindro		disco	chapa superior		
	D <sub>bp</sub> x t <sub>bp</sub> [mm]	forma	material	D <sub>cyl</sub> [mm]	material		D <sub>tp</sub> x t <sub>tp</sub> [mm]	forma	material
PIL60S	200 x 30	□	S355	60	S355	S355	200 x 20	□	S355
PIL80S	240 x 30	□	S355	80	S355	S355	200 x 30	□	S355
PIL80M	280 x 30	□	S690	80	S355	S355	240 x 30	□	S690
PIL80L	280 x 40	□	S690	80	S355	S355	280 x 40	□	S690
PIL100S	240 x 30	□	S690	100	S355	S355	240 x 20	□	S690
PIL100M	280 x 30	□	S690	100	S355	S355	280 x 30	□	S690
PIL120S	280 x 30	□	S690	120	S355	S355	280 x 30	□	S690
PIL120M	280 x 40	□	S690	120	S355	S355	280 x 40	□	S690
PIL100L	280 x 20	□	S690	100	1.7225	S690	-	-	-
PIL120L	280 x 20	□	S690	120	1.7225	S690	-	-	-

O PIL100L e o PIL120L preveem a fixação em pilares de aço sem utilizar a chapa superior.

PILARES E PAINÉIS CLT

MODELO	pilar superior	pilar inferior		painel CLT	reforço (opcional)			
	D <sub>tc,min</sub> [mm]	D <sub>bc,min</sub> [mm]	S <sub>F</sub> * [mm]		R <sub>screws</sub> [mm]	n <sub>reinf</sub> central	n <sub>reinf</sub> borda	ângulo
PIL60S	200	200	30	80	85	14	6	2
PIL80S	200	240	30	100	105	14	6	2
PIL80M	240	280	30	100	120	16	7	3
PIL80L	280	280	40	100	120	16	7	3
PIL100S	240	240	30	120	105	14	6	2
PIL100M	280	280	30	120	120	16	7	3
PIL120S	280	280	30	140	120	16	7	3
PIL120M	280	280	40	140	120	16	7	3
PIL100L	200	280	-	120	120	16	7	3
PIL120L	200	280	-	140	120	16	7	3

\* A espessura da fresagem S<sub>F</sub> no pilar inferior deve ser aumentada 6 mm se for utilizado XYLOFON WASHER e 12 mm se for utilizado XYLOFON WASHER + chapa de distribuição.

## GEOMETRIA E MATERIAIS

### CARACTERÍSTICAS DOS PAINÉIS CLT

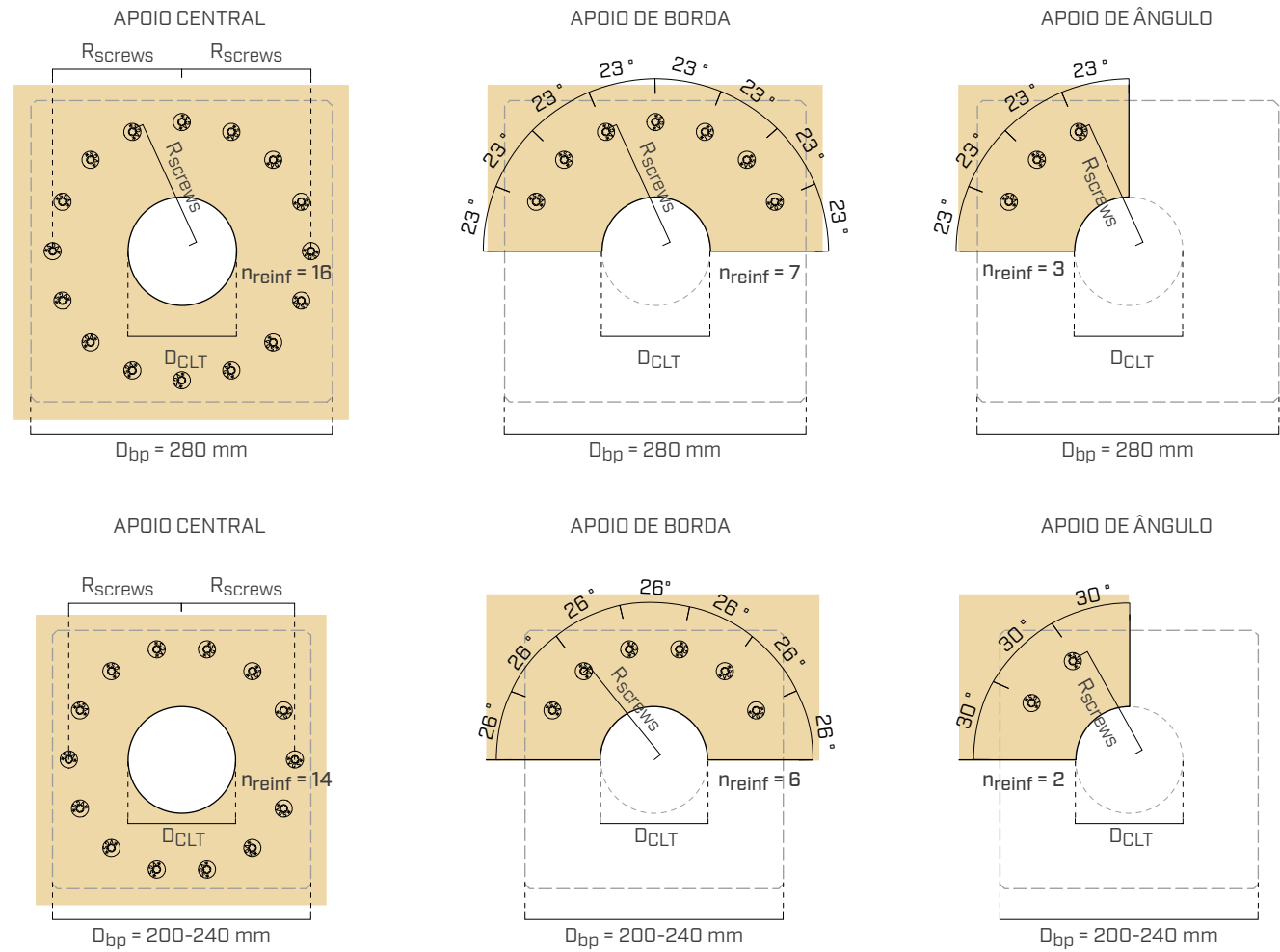
Parâmetro	160 mm ≤ t <sub>CLT</sub>
Espessura das lamelas	≤ 40 mm
Classe de resistência mínima de acordo com a EN 338	C24/T14

### PARAFUSOS DE REFORÇO PARA O PAINEL CLT

t <sub>CLT</sub> [mm]	parafusos de reforço (opcionais) [pçs - ØxL]
160	VGS Ø9x100
180	VGS Ø9x100
200	VGS Ø9x100
220	VGS Ø9x120
240	VGS Ø9x120
280	VGS Ø9x140
320	VGS Ø9x140

Para espessuras dos painéis intermédias, utilizar o comprimento previsto para o painel de espessura superior.  
Exemplo: para painéis CLT com 210 mm de espessura, utilizar parafusos de reforço VGS Ø9x120.

### PARAFUSOS DE REFORÇO (OPCIONAIS)



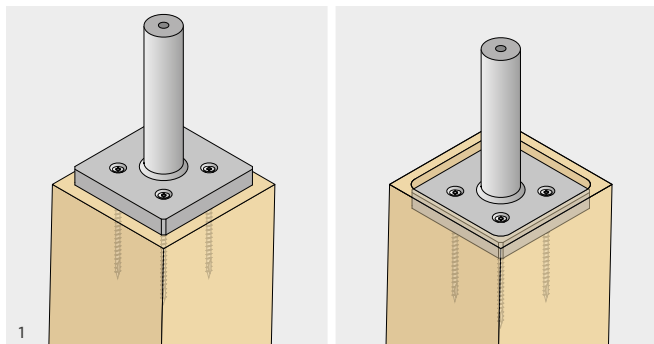
#### PROPRIEDADE INTELECTUAL

- Alguns modelos de conector PILLAR estão protegidos pelos seguintes Desenhos ou Modelos Comunitários Registados:
  - RCD 008254353-0012;
  - RCD 008254353-0013.

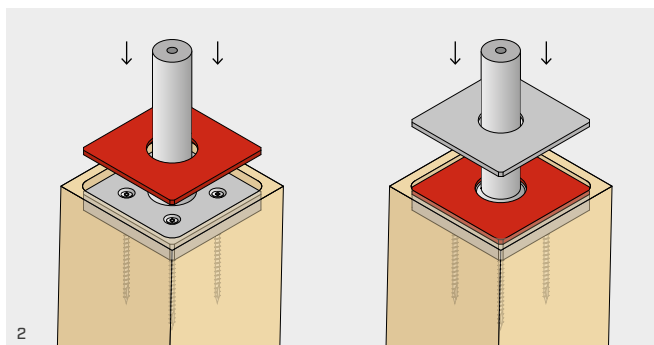
## MONTAGEM



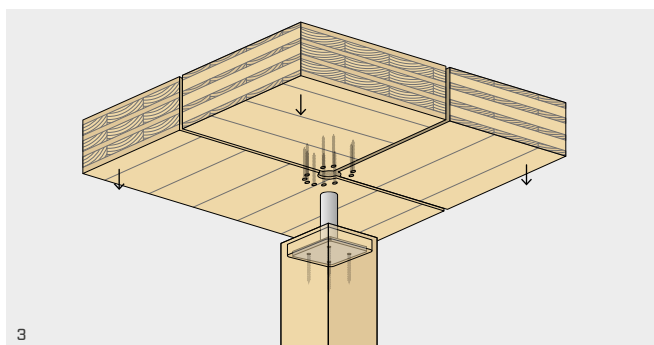
VIDEO



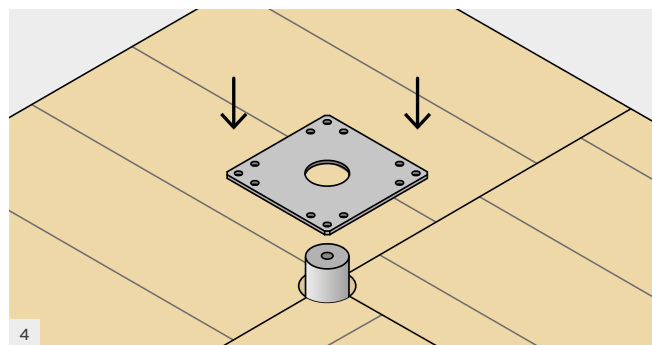
Fixar a chapa da base à face superior do pilar com os parafusos VGS Ø11, de acordo com as instruções de instalação correspondentes. É possível ocultar a chapa da base numa fresagem predisposta no pilar. Para a instalação em pilares de aço é possível utilizar parafusos de cabeça de embeber M12. Em caso de instalação sobre pilares de betão armado, utilizar conectores parafusos de cabeça de embeber adequados. Se o cilindro e a chapa da base forem posicionados horizontalmente, recomenda-se a fixação de um suporte temporário para permitir a fixação do elemento no eixo do pilar.



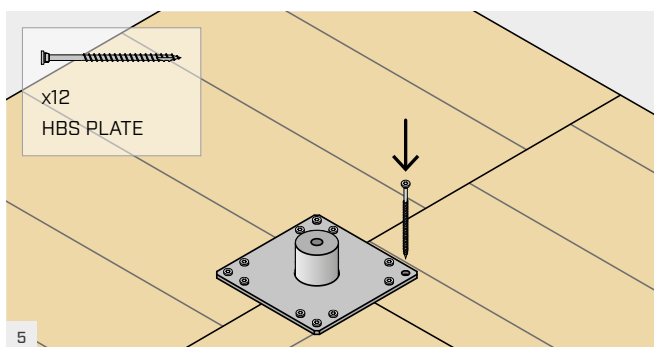
Inserir o XYLOFON WASHER (opcional) e/ou a CHAPA DE DISTRIBUIÇÃO (opcional) no cilindro.



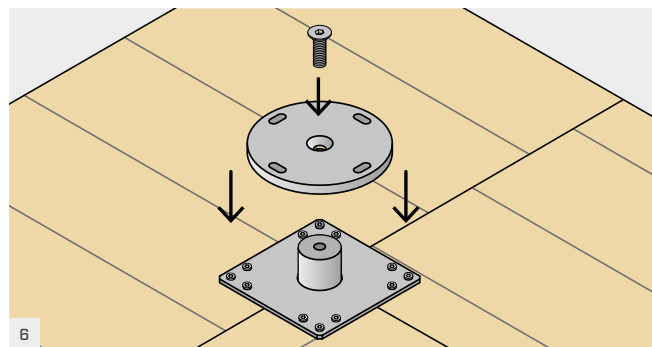
Inserir os painéis CLT, pré-furados com um furo circular de diâmetro  $D_{CLT}$ . É possível instalar um reforço de compressão no intradorso do painel, para aumentar a resistência.



Inserir a CHAPA DE FIXAÇÃO no cilindro.

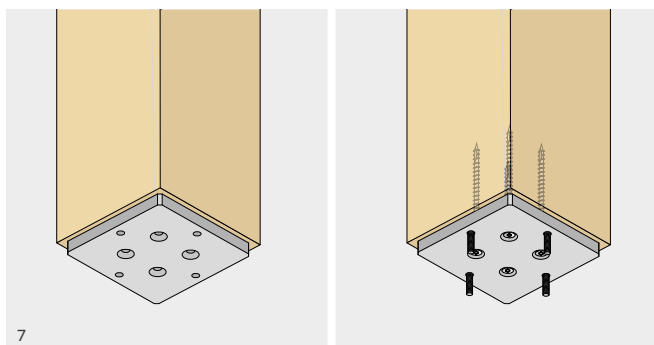


Ligar a CHAPA DE FIXAÇÃO aos painéis CLT com 12 parafusos HBS PLATE 8x120.

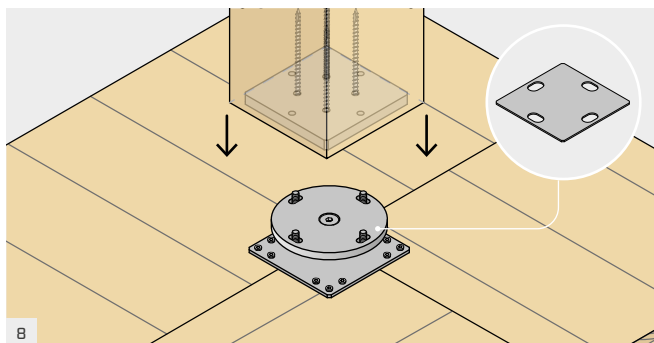


Posicionar o DISCO no CILINDRO e fixar o parafuso de cabeça de embeber com uma chave sextavada macho de 10 ou 12 mm.

## MONTAGEM

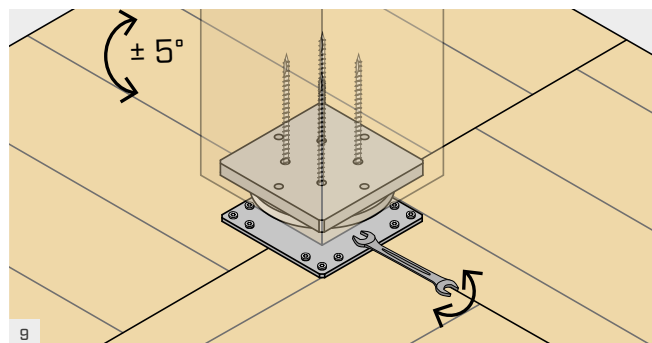


Fixar a chapa superior à face inferior do pilar com os parafusos VGS Ø11, de acordo com as instruções de instalação correspondentes. A chapa superior possui furos roscados adequados para a fixação ao disco. Se forem utilizados SPRODS, depois de posicionar a chapa no pilar superior, estes devem ser aparafusados, tendo o cuidado de marcar o comprimento mínimo de penetração na chapa superior.



Posicionar o pilar superior no disco e fixá-lo utilizando 4 parafusos SPBOLT1235 com anilha ULS125. No caso de um pilar superior de aço, a chapa superior não deve ser utilizada e o pilar deve estar equipado com uma chapa de aço adequada com furos roscados para a fixação dos 4 parafusos SPBOLT1235.

Em caso de desalinhamento da quota de imposição das colunas, por exemplo devido a tolerâncias de corte, este espaço pode ser compensado utilizando cunhas PILSHIM10 (1 mm) ou PILSHIM20 (2 mm), ou uma combinação das duas.



Os furos ranhurados no disco hexagonal permitem rodar o pilar  $\pm 5^\circ$ . Rodar o pilar para a posição correta e apertar os 4 parafusos SPBOLT1235 ou as porcas sextavadas dos SPRODS, utilizando uma chave lateral.

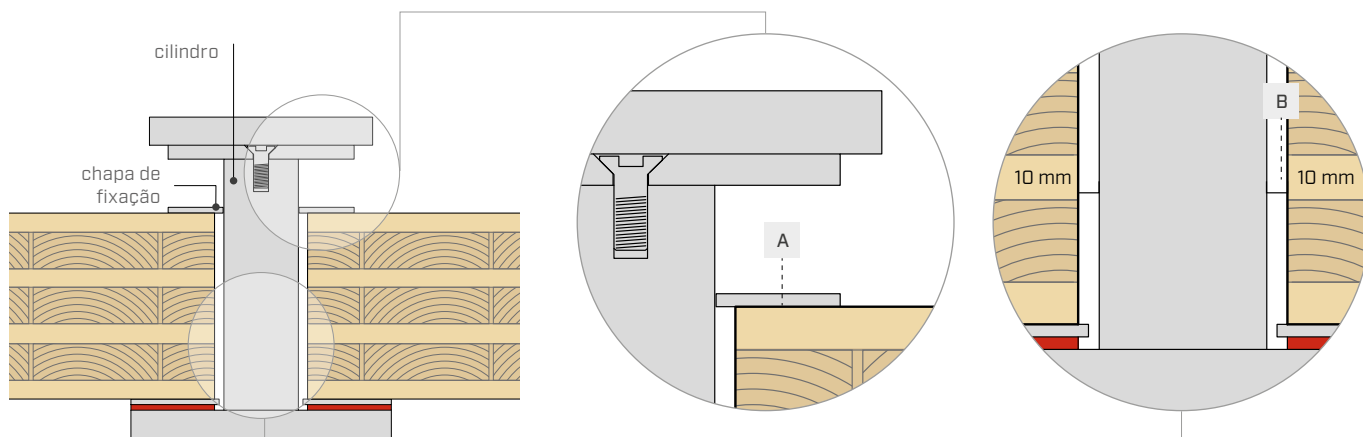
## TOLERÂNCIAS DE FABRICO E INSTALAÇÃO DO PAINEL CLT

O conector foi concebido para se adaptar às tolerâncias de fabrico e instalação do painel CLT.

### 1. TOLERÂNCIA DE FABRICO NA ESPESSURA DO PAINEL CLT

Uma eventual tolerância a espessura da laje CLT é absorvida pela chapa de fixação (zona A), que pode deslizar no cilindro de aço. A altura total do conector PILLAR permanece constante independentemente da tolerância de fabrico do painel CLT.

### 2. TOLERÂNCIA DE $\pm 10$ mm NO POSICIONAMENTO DA LAJE (zona B)



## VALORES ESTÁTICOS

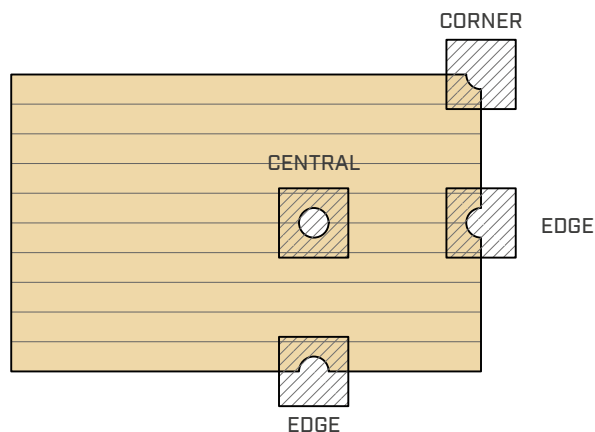
O conector PILLAR permite posicionar os pilares num ponto no interior do painel CLT (CENTRAL), na borda do painel CLT (EDGE) ou no ângulo do painel (CORNER).

É possível combinar diferentes tipos de apoio no mesmo pilar. Neste caso, a verificação com compressão ortogonal à fibra deve ser efetuada separadamente para cada painel.

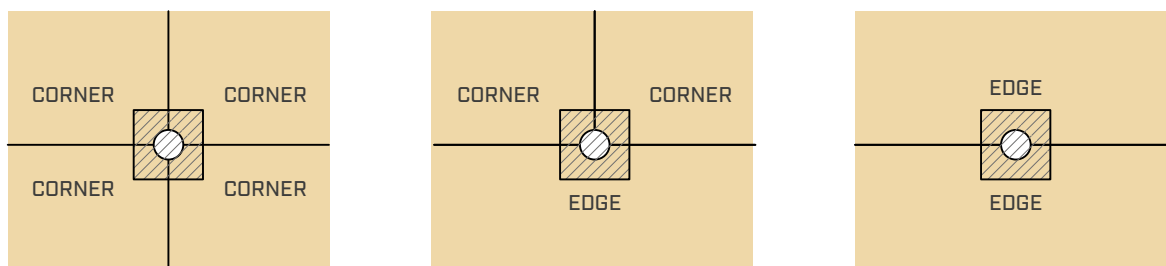
As tabelas seguintes mostram todos os valores de resistência para casos com e sem reforço, dependendo da espessura do painel CLT.

As configurações apresentadas nas imagens abaixo são as indicadas na ETA 19/0700. Quaisquer outras configurações podem ser estudadas em pormenor e oferecem valores de resistência mais elevados.

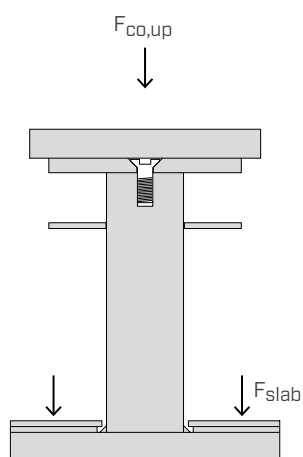
### POSSÍVEIS CONFIGURAÇÕES DE APOIO



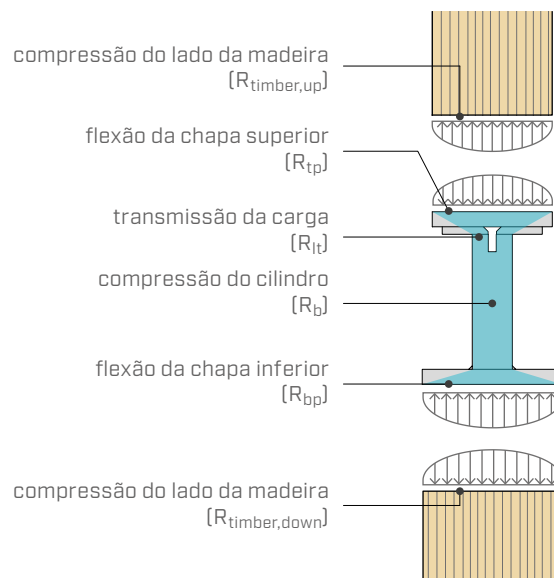
### CONFIGURAÇÕES DE APOIO COMBINADAS



### TENSÕES NO CONECTOR



### MECANISMOS DE RUTURA E VERIFICAÇÕES



PILLAR PIL60S

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	207	103	46	154	68	29
180	5	226	113	48	154	68	29
200	7	246	123	55	197	83	33
220 <sup>(11)</sup>	7	246	123	55	197	83	33
240	7	288	144	59	197	83	33
280 <sup>(12)</sup>	7	288	144	59	197	83	33
320 <sup>(12)</sup>	9	288	144	59	197	83	33

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(5)</sup>	450	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	871	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	923	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(5)</sup>	690	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
C24	595	823
GL24h	680	941
GL28h	794	1097
GL32h <sup>(3)</sup>	907	1254

PILLAR PIL80S

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	261	131	58	219	96	41
180	5	283	141	60	219	96	41
200	7	305	153	69	281	118	48
220 <sup>(11)</sup>	7	305	153	69	281	118	48
240	7	352	176	73	281	118	48
280 <sup>(12)</sup>	7	352	176	73	281	118	48
320 <sup>(12)</sup>	9	352	176	73	281	118	48

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(6)</sup>	994	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	1560	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	1634	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(6)</sup>	928	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL24h	959	1273
GL28h	1118	1485
GL32h <sup>(3)</sup>	1278	1697

PILLAR PIL80M

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	325	162	81	305	134	57
180	5	349	174	85	305	134	57
200	7	373	187	93	373	164	66
220 <sup>(11)</sup>	7	373	187	93	373	164	66
240	7	425	212	104	391	164	66
280 <sup>(12)</sup>	7	425	212	104	391	164	66
320 <sup>(12)</sup>	9	425	212	104	391	164	66

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(6)</sup>	1804	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	1560	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	1634	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(6)</sup>	1777	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL24h	1273	1426
GL28h	1485	1663
GL32h <sup>(3)</sup>	1697	1901

PILLAR PIL80L

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	325	162	81	305	134	57
180	5	349	174	85	305	134	57
200	7	373	187	93	373	164	66
220 <sup>(11)</sup>	7	373	187	93	373	164	66
240	7	425	212	104	391	164	66
280 <sup>(12)</sup>	7	425	212	104	391	164	66
320 <sup>(12)</sup>	9	425	212	104	391	164	66

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(6)</sup>	2350	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	1560	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	1634	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(6)</sup>	2350	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL24h	1802	1802
GL28h	2102	2102
GL32h <sup>(3)</sup>	2402	2402

PILLAR PIL100S

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	253	126	55	203	89	38
180	5	274	137	57	203	89	38
200	7	297	148	65	260	109	44
220 <sup>(11)</sup>	7	297	148	65	260	109	44
240	7	343	172	69	260	109	44
280 <sup>(12)</sup>	7	343	172	69	260	109	44
320 <sup>(12)</sup>	9	343	172	69	260	109	44

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(7)</sup>	1709	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	2365	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	2474	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(7)</sup>	2498	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL28h	1330	1776
GL32h	2280	3381
LVL GL75 <sup>(4)</sup>	2280	3381

PILLAR PIL100M

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	316	158	79	289	127	54
180	5	340	170	82	289	127	54
200	7	365	182	91	365	155	63
220 <sup>(11)</sup>	7	365	182	91	365	155	63
240	7	416	208	101	370	155	63
280 <sup>(12)</sup>	7	416	208	101	370	155	63
320 <sup>(12)</sup>	9	416	208	101	370	155	63

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(7)</sup>	2429	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	2365	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	2474	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(7)</sup>	2429	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL28h	1861	1861
GL32h	2127	2127
LVL GL75 <sup>(4)</sup>	3748	3748

PILLAR PIL120S

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	306	158	76	270	118	50
180	5	330	165	79	270	118	50
200	7	354	177	89	346	145	59
220 <sup>(11)</sup>	7	354	177	89	346	145	59
240	7	406	203	96	346	145	59
280 <sup>(12)</sup>	7	406	203	96	346	145	59
320 <sup>(12)</sup>	9	406	203	96	346	145	59

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(7)</sup>	3067	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	3234	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	3336	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(7)</sup>	3067	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL28h	1991	1991
GL32h	2276	2276
LVL GL75 <sup>(4)</sup>	4311	4311

PILLAR PIL120M

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	306	153	76	270	118	50
180	5	330	165	79	270	118	50
200	7	354	177	89	346	145	59
220 <sup>(11)</sup>	7	354	177	89	346	145	59
240	7	406	203	96	346	145	59
280 <sup>(12)</sup>	7	406	203	96	346	145	59
320 <sup>(12)</sup>	9	406	203	96	346	145	59

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	γ <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(7)</sup>	3976	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	3234	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	3336	γ <sub>M0</sub> <sup>(1)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(7)</sup>	3976	γ <sub>M0</sub> <sup>*(2)</sup>

RESISTÊNCIAS DO LADO DA MADEIRA

Classe de resistência	R <sub>timber,up,k</sub> [kN]	R <sub>timber,down,k</sub> [kN]
GL28h	2188	2188
GL32h	2501	2501
LVL GL75 <sup>(4)</sup>	5101	5101

PILLAR PIL100L

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	316	158	79	289	127	54
180	5	340	170	82	289	127	54
200	7	365	182	91	365	155	63
220 <sup>(11)</sup>	7	365	182	91	365	155	63
240	7	416	208	101	370	155	63
280 <sup>(12)</sup>	7	416	208	101	370	155	63
320 <sup>(12)</sup>	9	416	208	101	370	155	63

RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	Y <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(9)</sup>	-	-
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	4880	Y <sub>M0</sub> * <sup>(2)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	5084	Y <sub>M0</sub> * <sup>(2)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(10)</sup>	-	-

PILLAR PIL120L

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ORTOGONAL À FIBRA PARA A LAJE CLT

painel CLT		R <sub>slab,k</sub> [kN]					
t <sub>CLT</sub> [mm]	camadas	com reforço			sem reforço		
		central	borda	ângulo	central	borda	ângulo
160	5	306	153	76	270	118	50
180	5	330	165	79	270	118	50
200	7	354	177	89	346	145	59
220 <sup>(11)</sup>	7	354	177	89	346	145	59
240	7	406	203	96	346	145	59
280 <sup>(12)</sup>	7	406	203	96	346	145	59
320 <sup>(12)</sup>	9	406	203	96	346	145	59

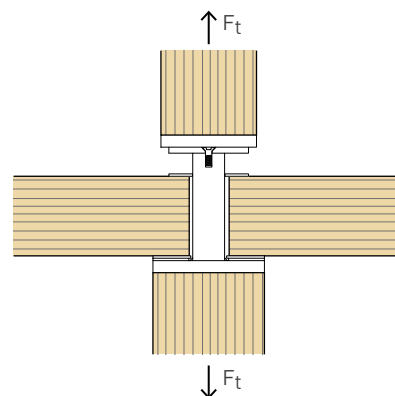
RESISTÊNCIAS DO LADO DO AÇO

Verificações		resistência	
		R <sub>steel,k</sub> [kN]	Y <sub>steel</sub>
Chapa superior	R <sub>tp,k</sub> <sup>(9)</sup>	-	-
Transmissão da carga	R <sub>lt,k</sub>	6030	Y <sub>M0</sub> * <sup>(2)</sup>
Compressão do cilindro	R <sub>b,k</sub> <sup>(8)</sup>	6220	Y <sub>M0</sub> * <sup>(2)</sup>
Chapa inferior	R <sub>bp,k</sub> <sup>(10)</sup>	-	-

## RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

VALORES VÁLIDOS PARA TODOS OS MODELOS DE PILLAR

Parafusos pilar superior/inferior	$F_{t,k}$			
	C24 <sup>(13)</sup>	GL24h <sup>(14)</sup>	GL28h <sup>(15)</sup>	GL32h <sup>(16)</sup>
[pçs - ØxL]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
4 VGS Ø11x250	34,60	37,32	40,38	41,54
4 VGS Ø11x400	56,20	60,65	65,64	67,49



### NOTAS:

- <sup>(1)</sup> O coeficiente  $\gamma_{M0}$  corresponde ao coeficiente parcial de resistência das secções para o aço S355 e deve ser considerado em função da norma vigente utilizada para o cálculo. Por exemplo, de acordo com a EN 1995-1-1, deve ser considerado como 1,00.
- <sup>(2)</sup> O coeficiente  $\gamma_{M0}^*$  corresponde ao coeficiente parcial de resistência das secções para os aços não previstos na EN 1993-1-1. Este deve ser considerado em função da norma vigente utilizada para o cálculo. Na ausência de indicações normativas, recomenda-se a utilização de um valor  $\gamma_{M0}^*=1,10$ .
- <sup>(3)</sup> O modelo de conector PILLAR em questão é ideal para a utilização com pilares de madeira lamelada GL32h. A utilização de materiais com características inferiores leva ao sobredimensionamento dos componentes metálicos do conector.
- <sup>(4)</sup> O modelo de conector PILLAR em questão é ideal para a utilização com pilares de madeira LVL GL75 de acordo com a ETA-14/0354. A utilização de materiais com características inferiores leva ao sobredimensionamento dos componentes metálicos do conector.
- <sup>(5)</sup> Por razões de segurança, a resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira C24. Pode ser utilizado o mesmo valor para pilares de GL24h, GL28h e GL32h.
- <sup>(6)</sup> A resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira GL32h. Se forem utilizados outros materiais nos pilares, a resistência deve ser calculada de acordo com a ETA-19/0700.
- <sup>(7)</sup> A resistência é calculada utilizando um coeficiente  $k_{steel}$  válido para pilares de madeira GL75. Se forem utilizados outros materiais nos pilares, a resistência deve ser calculada de acordo com a ETA-19/0700.
- <sup>(8)</sup> A resistência à compressão do cilindro foi calculada para uma altura do painel de 280 mm. Em todos os outros casos, por razões de segurança, pode ser utilizado o mesmo valor.
- <sup>(9)</sup> O conector é fornecido sem chapa superior. O pilar de aço pode ser ligado diretamente ao conector PILLAR utilizando 4 parafusos M12. O pilar superior deve estar equipado com uma chapa, dimensionada pelo projetista, adequada para transferir a carga para o conector PILLAR.
- <sup>(10)</sup> A chapa inferior do conector PILLAR não está dimensionada para distribuir a carga no pilar inferior de aço. Este último deve estar equipado com uma chapa, dimensionada pelo projetista, adequada para receber a carga do conector PILLAR.
- <sup>(11)</sup> Os valores de resistência para lajes CLT com 220 mm de espessura não são indicados na ETA-19/0700. Por razões de segurança, a tabela mostra os valores previstos para lajes com 200 mm de espessura.
- <sup>(12)</sup> Os valores de resistência para lajes CLT com 280 mm e 320 mm de espessura não são indicados na ETA-19/0700. Por razões de segurança, recomenda-se a utilização dos valores previstos para lajes com 240 mm de espessura.
- <sup>(13)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira maciça C24 com  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(14)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL24h com  $\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(15)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL28h com  $\rho_k = 425 \text{ kg/m}^3$ .
- <sup>(16)</sup> Valores calculados de acordo com a ETA-11/0030. No cálculo foi considerada uma coluna de madeira lamelada GL32h com  $\rho_k = 440 \text{ kg/m}^3$ .

### PRINCÍPIOS GERAIS:

- Para espessuras do painel  $t_{CLT}$  intermédias às fornecidas na tabela, recomenda-se utilizar os valores de resistência  $F_{slab,k}$  previstos para a espessura inferior.
- Os valores de projeto do lado da madeira são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes  $\gamma_M$ ,  $\gamma_{MT}$  e  $k_{mod}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo. O coeficiente  $\gamma_M$  é o coeficiente de segurança aplicável do lado das ligações enquanto o coeficiente  $\gamma_{MT}$  é o coeficiente de segurança pertinente no lado das ligações de madeira.

$$R_{slab,d} = \frac{R_{slab,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \quad R_{t,d} = \frac{R_{t,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$$

$$R_{timber,up,d} = \frac{R_{timber,up,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_{MT}}$$

$$R_{timber,down,d} = \frac{R_{timber,down,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_{MT}}$$

- Os valores de projeto do lado do aço são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma: Os coeficientes  $\gamma_{steel}$  devem ser considerados em função da norma vigente utilizada para o cálculo (ver notas 1 e 2).

$$R_{tp,d} = \frac{R_{tp,k}}{\gamma_{steel}} \quad R_{lt,d} = \frac{R_{lt,k}}{\gamma_{steel}}$$

$$R_{b,d} = \frac{R_{b,k}}{\gamma_{steel}} \quad R_{bp,d} = \frac{R_{bp,k}}{\gamma_{steel}}$$

- Para as verificações devem ser cumpridas as seguintes expressões:

$$\frac{F_{slab,d}}{R_{slab,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{co,up,d}}{\min \{R_{timber,up,d}; R_{tp,d}; R_{lt,d}; R_{b,d}; R_{bp,d}\}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{co,up,d} + F_{slab,d}}{R_{timber,down,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{F_{t,d}}{R_{t,d}} \leq 1,0$$

- A resistência à compressão ortogonal à fibra na laje ( $F_{slab,d}$ ) não inclui a resistência ao corte e ao "rolling shear" do painel CLT na zona afetada pela presença do apoio. As verificações da laje no Último Estado Limite e no Estado Limite de Serviço devem ser feitas à parte.
- As verificações no lado dos pilares referem-se à resistência à compressão paralela à fibra, no conector PILLAR. A verificação da instabilidade do pilar deve ser feita à parte.

