

## CHAPA PARA FORÇAS DE CORTE

### VERSÁTIL

Pode ser utilizada para a ligação contínua à subestrutura de paredes CLT e de light timber frame.

### INOVADORA

Concebida para ser fixada com pregos ou parafusos, com fixação parcial ou total. Possibilidade de instalação mesmo na presença de argamassa de assentamento.

### CALCULADA E CERTIFICADA

Marcação CE conforme EN 14545. Disponível em duas versões. TCP300 com espessura aumentada e otimizada para CLT.



### CLASSE DE SERVIÇO

SC1 SC2

### MATERIAL

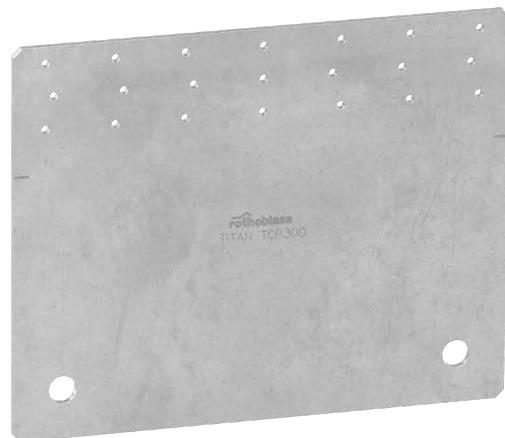
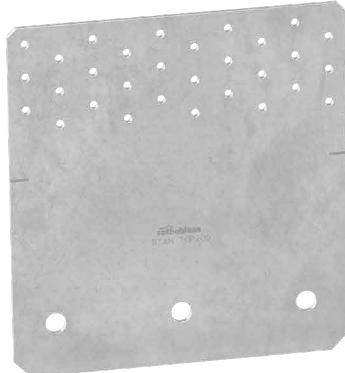
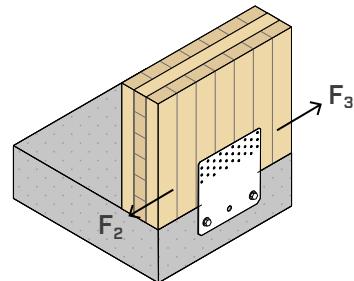
**DX51D**  
Z275

**TCP200:** aço carbónico DX51D + Z275

**S355**  
Fe/Zn12c

**TCP300:** aço carbónico S355 + Fe/Zn12c

### FORÇAS



### CAMPOS DE APLICAÇÃO

Ligações de corte para paredes de madeira. Configurações madeira-betão e madeira-aço. Adequada para paredes alinhadas com o bordo de betão.

Aplicar em:

- madeira maciça e lamelar
- paredes de armação (timber frame)
- painéis CLT e LVL



## SOBRE-ELEVACÕES

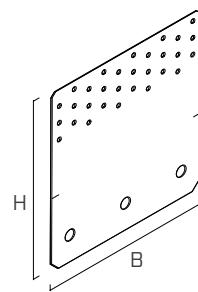
Ideal para realizar ligações planas entre elementos de betão ou alvenaria e painéis em CLT. Realização de ligações contínuas de corte.

## ESTRUTURAS HÍBRIDAS

No interior das estruturas híbridas madeira-aço, pode ser utilizada para ligações de corte, bastando alinhar o bordo da madeira com o do elemento de aço.

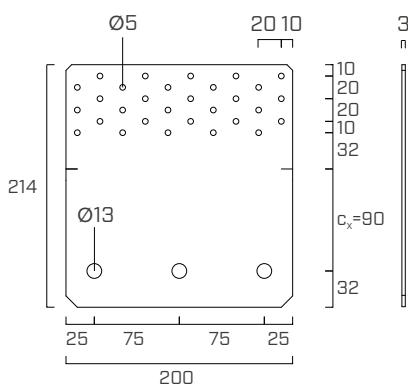
## CÓDIGOS E DIMENSÕES

CÓDIGO	B [mm]	H [mm]	furos	n <sub>v</sub> Ø5 [pçs]	s [mm]		pçs
TCP200	200	214	Ø13	30	3	●	10
TCP300	300	240	Ø17	21	4	●	5

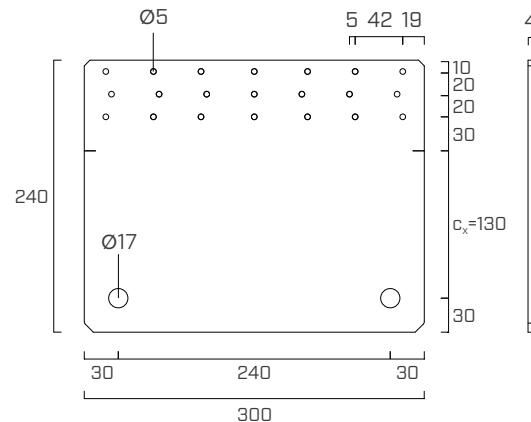


## GEOMETRIA

TCP200



TCP300



## FIXAÇÕES

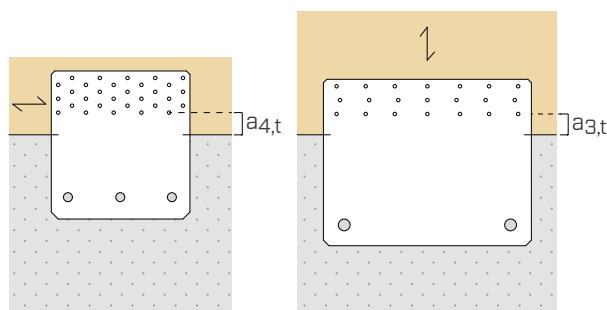
tipo	descrição	d [mm]	suporte	pág.
LBA	prego de aderência melhorada	4		570
LBS	parafuso de cabeça redonda	5		571
LBS EVO	parafuso C4 EVO de cabeça redonda	5		571
SKR	ancorante parafusável	12 - 16		528
VIN-FIX	ancorante químico de viniléster	M12 - M16		545
HYB-FIX	ancorante químico híbrido	M12 - M16		552
EPO-FIX	ancorante químico epoxídico	M12 - M16		557

## INSTALAÇÃO

MADEIRA distâncias mínimas	a <sub>4,t</sub> [mm]	pregos		parafusos	
		LBA Ø4	LBS Ø5	LBS Ø5	LBS Ø5
C/GL	a <sub>4,t</sub> [mm]	≥ 20		≥ 25	
CLT	a <sub>3,t</sub> [mm]	≥ 28		≥ 30	

• C/GL: distâncias mínimas para madeira macia ou lamelada em conformidade com a norma EN 1995:2014, de acordo com a ETA, considerando uma massa volumica dos elementos de madeira de  $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$

• CLT distâncias mínimas para Cross Laminated Timber de acordo com a ÖNORM EN 1995:2014 - Anexo K para pregos e a ETA-11/0030 para parafusos

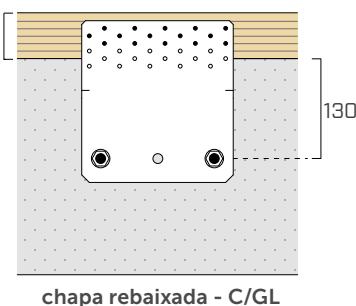
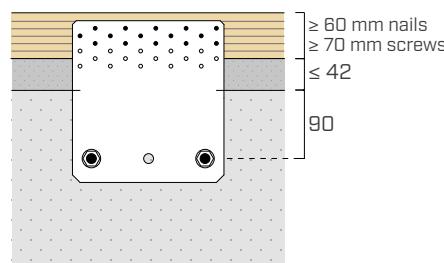
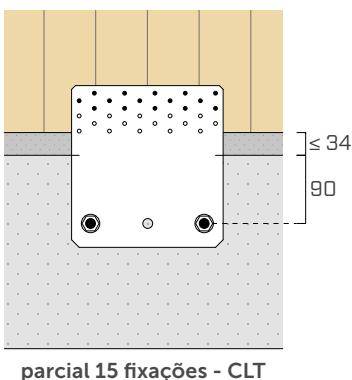


## ESQUEMAS DE FIXAÇÃO

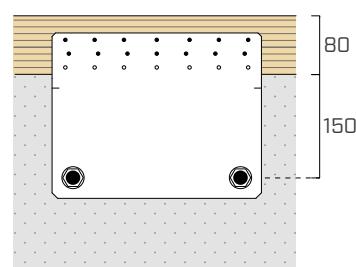
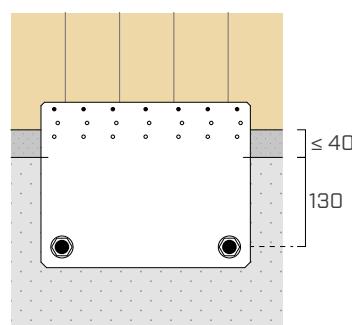
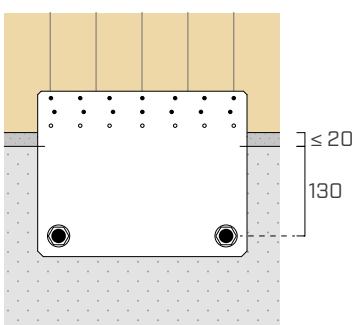
### FIXAÇÃO PARCIAL

Na presença de requisitos de projeto, tais como graus variáveis de tensão ou na presença de uma camada de nivelamento entre a parede e a superfície de apoio, é possível adotar **pregagens parciais** pré-calculadas ou posicionar as chapas de acordo com as necessidades (por ex., chapas rebaixadas), tendo o cuidado de respeitar as distâncias mínimas indicadas na tabela e verificar a resistência do grupo de ancorares do lado do betão tendo em conta o aumento da distância da borda ( $c_x$ ). Seguem-se alguns exemplos de possíveis configurações de limites:

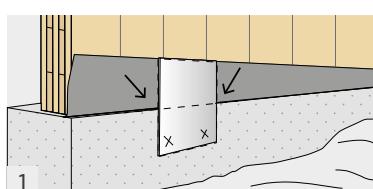
TCP200



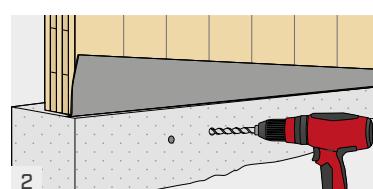
TCP300



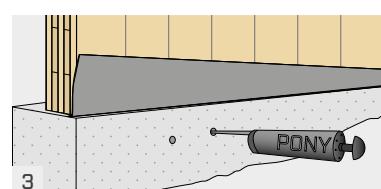
## MONTAGEM



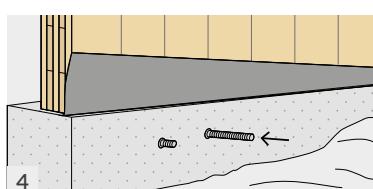
Posicionar TITAN TCP com a linha tracejada na ligação madeir- betão e marcar os furos.



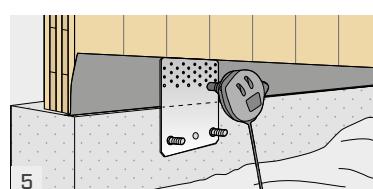
Remoção da chapa TITAN TCP e furação do betão.



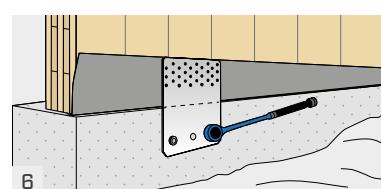
Limpeza cuidadosa dos furos.



Injecção do ancorante e posicionamento das barras rosquadas.

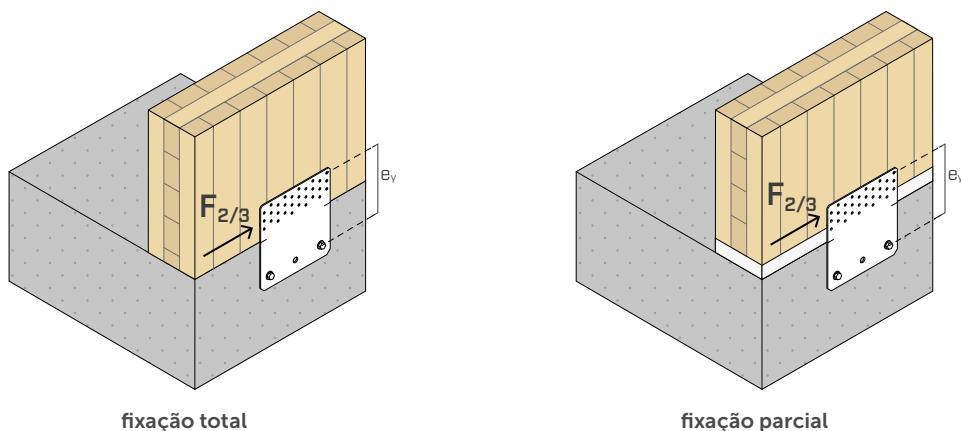


Instalação da chapa TITAN TCP e pre-gagem.



Posicionamento de porcas e anilhas mediante um adequado torque de aperto.

VALORES ESTÁTICOS | TCP200 | MADEIRA-BETÃO | F<sub>2/3</sub>



## RESISTÊNCIA DO LADO DA MADEIRA

	MADEIRA					AÇO		BETÃO		
configuração sobre madeira	fixação de furos Ø5			R <sub>2/3,k timber</sub> <sup>(1)</sup>	R <sub>2/3,k CLT</sub> <sup>(2)</sup>	R <sub>2/3,k steel</sub>	fixação de furos Ø13			
	tipo	Ø x L	n <sub>V</sub>	[mm]	[pçs]	[kN]	[kN]	γ <sub>steel</sub>	Ø	n <sub>V</sub>
fixação total	LBA	Ø4 x 60	30	62,9	84,9	21,8	γ <sub>M2</sub>	M12	2	147
	LBS	Ø5 x 60	30	54,0	69,8					
fixação parcial	LBA	Ø4 x 60	15	31,5	42,5	20,5	γ <sub>M2</sub>			162
	LBS	Ø5 x 60	15	27,0	34,9					

## RESISTÊNCIA DO LADO DO BETÃO

Valores de resistência no betão de algumas das possíveis soluções de ancoragem, de acordo com as configurações adotadas para a fixação em madeira ( $e_y$ ). Partindo do princípio de que a chapa está posicionada com os entalhes de montagem na interface madeira-betão (distância ancorante-borda betão  $c_x = 90$  mm).

		fixação total (e_y = 147 mm)		fixação parcial (e_y = 162 mm)
configuração sobre betão	fixação de furos Ø13		R <sub>2/3,d concrete</sub>	R <sub>2/3,d concrete</sub>
	tipo	Ø x L [mm]	[kN]	[kN]
não fissurado	VIN-FIX 5.8	M12 x 140	12,6	11,5
		M12 x 195	13,4	12,2
	SKR	12 x 90	11,3	10,3
	AB1	M12 x 100	13,1	11,9
fissurado	VIN-FIX 5.8	M12 x 140	8,9	8,1
		M12 x 195	9,5	8,7
	SKR	12 x 90	8,0	7,3
	AB1	M12 x 100	9,2	8,4
sísmica	HYB-FIX 8.8	M12 x 140	6,6	6,1
		M12 x 195	8,1	7,4
	EPO-FIX 8.8	M12 x 140	7,6	6,9

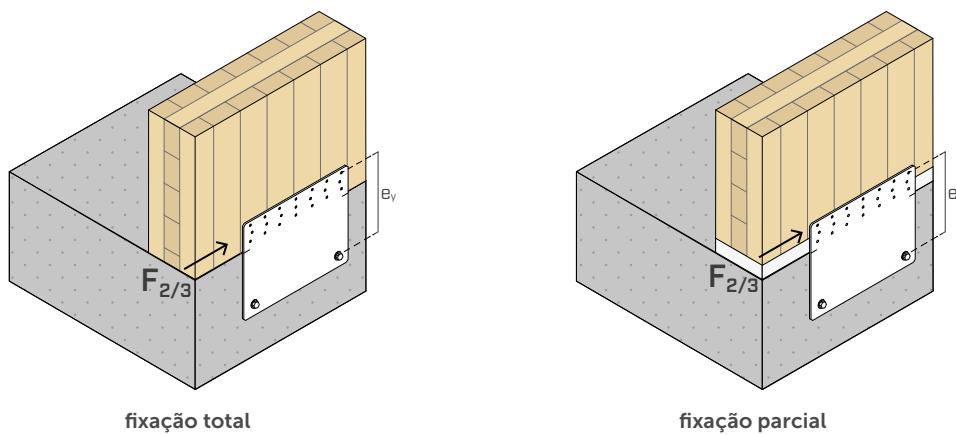
## NOTAS

<sup>(1)</sup> Valores de resistência para utilização em vigas horizontais de madeira maciça ou lamelada, calculados considerando o numero efetivo de acordo com o Prospekt 8.1 (EN 1995:2014).

<sup>(2)</sup> Valores de resistência para utilização em CLT.

<sup>(3)</sup> Excentricidade de cálculo para a verificação do grupo de ancorantes sobre betão.

## ■ VALORES ESTÁTICOS | TCP300 | MADEIRA-BETÃO | F<sub>2/3</sub>



### RESISTÊNCIA DO LADO DA MADEIRA

configuração sobre madeira	MADEIRA					AÇO		BETÃO				
	fixação de furos Ø5			R <sub>2/3,k timber</sub> <sup>(1)</sup>	R <sub>2/3,k CLT</sub> <sup>(2)</sup>	R <sub>2/3,k steel</sub>	fixação de furos Ø17	Ø	n <sub>v</sub>	e <sub>y</sub> <sup>(3)</sup>		
	tipo	Ø x L [mm]	n <sub>v</sub> [pçs]	[kN]	[kN]	[kN]	γ <sub>steel</sub>	[mm]	[pçs]	[mm]		
fixação total	LBA	Ø4 x 60	21	43,4	59,4	64,0	γ <sub>M2</sub>	M16	2	180		
	LBS	Ø5 x 60	21	36,8	48,9					190		
fixação parcial 14 fixações	LBA	Ø4 x 60	14	29,0	39,6	60,5	γ <sub>M2</sub>			200		
	LBS	Ø5 x 60	14	24,6	32,6							
fixação parcial 7 fixações	LBA	Ø4 x 60	7	14,5	19,8	57,6	γ <sub>M2</sub>					
	LBS	Ø5 x 60	7	12,3	16,3							

### RESISTÊNCIA DO LADO DO BETÃO

Valores de resistência no betão de algumas das possíveis soluções de ancoragem, de acordo com as configurações adotadas para a fixação em madeira (e<sub>y</sub>). Partindo do princípio de que a chapa seja posicionada com os entalhes de montagem na interface madeira-betão (distância ancorante-borda betão c<sub>x</sub> = 130 mm).

configuração sobre betão	fixação de furos Ø17			fixação total (e <sub>y</sub> = 180 mm)	fixação parcial (e <sub>y</sub> = 190 mm)	fixação parcial (e <sub>y</sub> = 200 mm)
	tipo	Ø x L [mm]	R <sub>2/3,d concrete</sub> [kN]	R <sub>2/3,d concrete</sub> [kN]	R <sub>2/3,d concrete</sub> [kN]	
não fissurado	VIN-FIX 5.8	M16 x 195	29,6	28,3	27,0	
	SKR	16 x 130	26,0	24,8	23,7	
	AB1	M16 x 145	30,2	28,7	27,3	
fissurado	VIN-FIX 5.8	M16 x 195	21,0	20,0	19,1	
	SKR	16 x 130	18,4	17,6	16,8	
	AB1	M16 x 145	21,4	20,3	19,3	
sísmica	HYB-FIX 8.8	M16 x 195	16,8	16,2	15,6	
		M16 x 245	18,6	17,7	16,9	
	EPO-FIX 8.8	M16 x 195	17,8	17,0	16,9	

### PRINCÍPIOS GERAIS

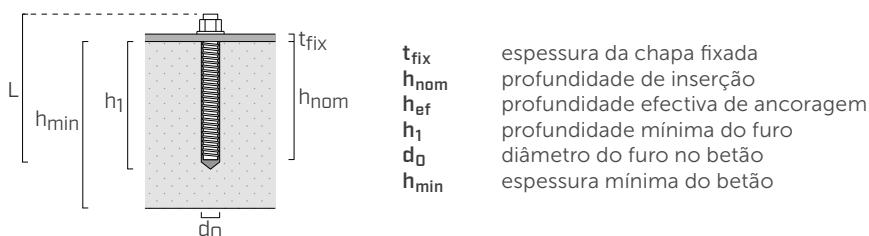
Para os PRINCÍPIOS GERAIS de cálculo, consultar a pág. 306.

## PARÂMETROS DE INSTALAÇÃO DOS ANCORANTES

instalação	tipo de ancorante		$t_{fix}$ [mm]	$h_{ef}$ [mm]	$h_{nom}$ [mm]	$h_1$ [mm]	$d_0$ [mm]	$h_{min}$ [mm]
	tipo	$\varnothing \times L$ [mm]						
TCP200	VIN-FIX 5.8 HYB-FIX 8.8 EPO-FIX 8.8	M12 x 140	3	112	112	120	14	150
	SKR	12 x 90	3	64	87	110	10	
	AB1	M12 x 100	3	70	80	85	12	
	VIN-FIX 5.8 HYB-FIX 8.8	M12 x 195	3	170	170	175	14	200
TCP300	VIN-FIX 5.8 HYB-FIX 8.8 EPO-FIX 8.8	M16 x 195	4	164	164	170	18	200
	SKR	16 x 130	4	85	126	150	14	
	AB1	M16 x 145	4	85	97	105	16	
	HYB-FIX 8.8	M16 x 245	4	210	210	215	18	250

Barra rosada pré-cortada INA dotada de porca e anilha: consultar a pág. 562.

Barra rosada MGS classe 8.8 para cortar à medida: consultar a pág. 174.



## VERIFICAÇÃO DOS ANCORANTES TENSÃO $F_{2/3}$

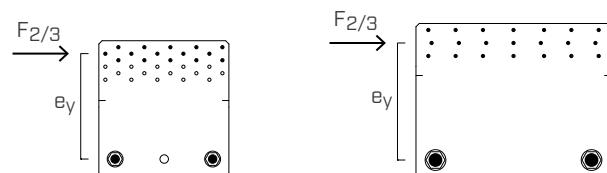
A fixação ao betão por meio de ancorantes deve ser verificada com base nas forças de tensão sobre os próprios ancorantes, que dependem da configuração de fixação do lado da madeira.

A posição e o número de pregos/parafusos determinam o valor de excentricidade  $e_y$ , entendido como a distância entre o centro de gravidade da pregação e o dos ancorantes.

O grupo de ancorantes deve ser verificado quanto a:

$$V_{sd,x} = F_{2/3,d}$$

$$M_{sd,z} = F_{2/3,d} \cdot e_y$$



### PRINCÍPIOS GERAIS

- Os valores característicos são conforme a norma EN 1995:2014.
- Os valores de projeto são obtidos a partir dos valores característicos, desta forma:

$$R_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{(R_{k,timber} \text{ or } R_{k,CLT}) \cdot k_{mod}}{\gamma_M} \\ \frac{R_{k,steel}}{\gamma_{M2}} \\ R_{d,concrete} \end{array} \right.$$

Os coeficientes  $k_{mod}$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_{M2}$  devem ser considerados em função da norma em vigor utilizada para o cálculo.

- Em fase de cálculo, considerou-se uma massa volúmica dos elementos de  $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$  e betão C25/30 com armação rara e espessura mínima indicada na tabela.
- A dimensão e a verificação dos elementos de madeira e de betão devem ser feitas à parte.
- Os valores de resistência são válidos para as hipóteses de cálculo definidas na tabela; para condições de contorno diferentes das indicadas na tabela (por ex., distâncias mínimas das bordas), os ancorantes do lado do betão podem ser verificados utilizando o software de cálculo MyProject de acordo com os requisitos do projeto.

- Projecção sísmica na categoria de desempenho C2, sem requisitos de ductilidade nos ancorantes (opção a2) e projecção elástica de acordo com a EN 1992:2018. Para ancorantes químicos, parte-se do princípio de que o espaço anular entre o ancorante e o furo da chapa esteja preenchido ( $q_{gap} = 1$ ).

- Os ETA dos produtos relativos aos ancorantes utilizadas no cálculo da resistência do lado do betão são apresentados abaixo:

- ancorante químico VIN-FIX de acordo com a ETA-20/0363;
- ancorante químico HYB-FIX de acordo com a ETA-20/1285;
- ancorante químico EPO-FIX de acordo com a ETA-23/0419;
- ancorante parafusável SKR de acordo com a ETA-24/0024;
- bucha metálica AB1 de acordo com a ETA-17/0481 (M12);
- bucha metálica AB1 de acordo com a ETA-99/0010 (M16).

### PROPRIEDADE INTELECTUAL

- As chapas TITAN PLATE C estão protegidas pelos seguintes Desenhos ou Modelos Comunitários Registados:
  - RCD 002383265-0003;
  - RCD 008254353-0014.

## INVESTIGAÇÕES EXPERIMENTAIS | TCP300

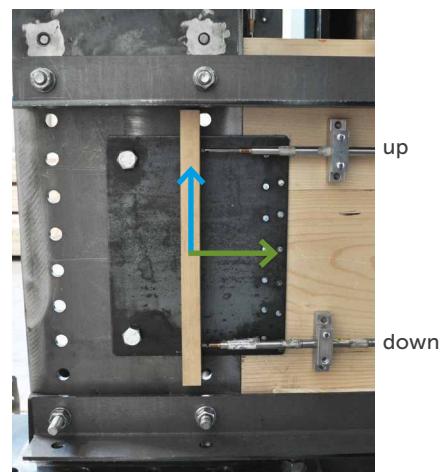
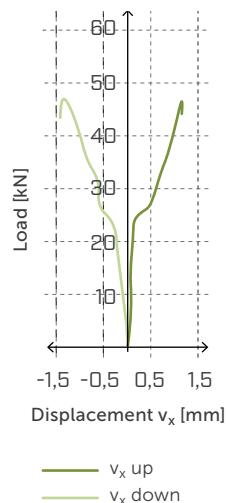
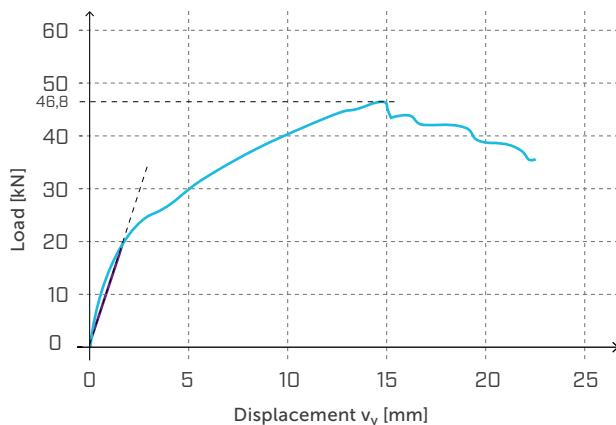
A fim de calibrar os modelos numéricos utilizados para a conceção e verificação da chapa TCP300, foi realizada uma campanha experimental em colaboração com o Instituto de BioEconomia (IBE) - San Michele all'Adige.

O sistema de ligação, pregado ou aparafusado aos painéis em CLT, foi submetido a tensão de corte através de testes monotónicos em controlo do deslocamento, registando a respetiva carga, deslocamento nas duas direções principais e modo de colapso.

Os resultados obtidos foram utilizados para validar o modelo de cálculo analítico para a chapa TCP300, com base na hipótese de que o centro de corte é colocado no centro de gravidade das fixações na madeira e, portanto, que os ancorantes, geralmente o ponto fraco do sistema, são submetidas a tensão não só pelas ações de corte, mas também pelo momento local.

O estudo em diferentes configurações de fixação (pregos Ø4/parafusos Ø5, pregagem total, pregagem parcial com 14 conectores, pregagem parcial com 7 conectores) mostra que o comportamento mecânico da chapa é fortemente influenciado pela respetiva **rigidez dos conectores** na madeira em relação à dos ancorantes, em testes simulados por aparafusamento em aço.

Em todos os casos observou-se um modo de rutura de corte das fixações na madeira que não provoca rotações evidentes da chapa. Apenas em alguns casos (pregagem total) a rotação não negligenciável da chapa provoca um aumento da tensão nas fixações da madeira resultante de uma redistribuição do momento local com o consequente alívio da tensão nos ancorantes, que representam o ponto limitador da resistência global do sistema.



Diagramas força-deslocamento para amostra TCP300 com pregagem parcial (n. 14 pregos LBA Ø4 x 60 mm).

São necessárias mais investigações para definir um modelo analítico que possa ser generalizado às diferentes configurações de utilização da chapa, capaz de fornecer a rigidez real do sistema e a redistribuição das tensões à medida que as condições de contorno (conectores e materiais de base) variam.