

SISTEMA DE UNIÓN MADERA-HORMIGÓN

ESTRUCTURAS HÍBRIDAS

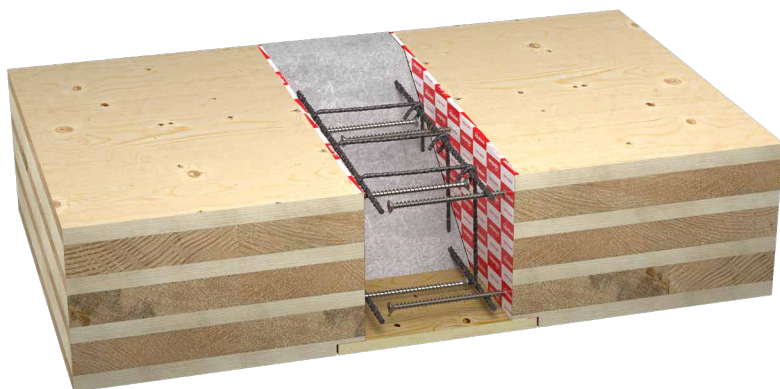
Ahora, los conectores todo rosca VGS, VGZ y RTR están certificados para cualquier tipo de aplicación en la que un elemento de madera (pared, forjado, etc.) tiene que transmitir solicitaciones a un elemento de hormigón (núcleo de contraviento, cimientos, etc.).

PREFABRICACIÓN

La prefabricación del hormigón calza con la de la madera: las armaduras de conexión insertadas en la colada de hormigón alojan los conectores para madera todo rosca; el hormigonado de refuerzo, aplicado después de instalar los componentes de madera, completa la conexión.

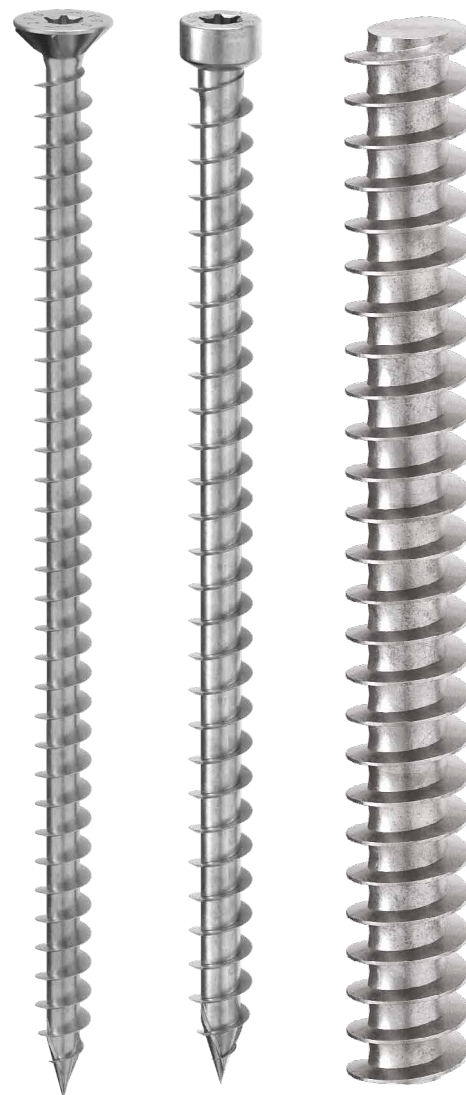
SISTEMAS POST-AND-SLAB

Permiten realizar conexiones entre paneles de CLT con resistencia y rigidez excepcionales para solicitaciones de corte, momento de flexión y fuerza axial. Es el complemento natural de los sistemas SPIDER y PILLAR.



CARACTERÍSTICAS

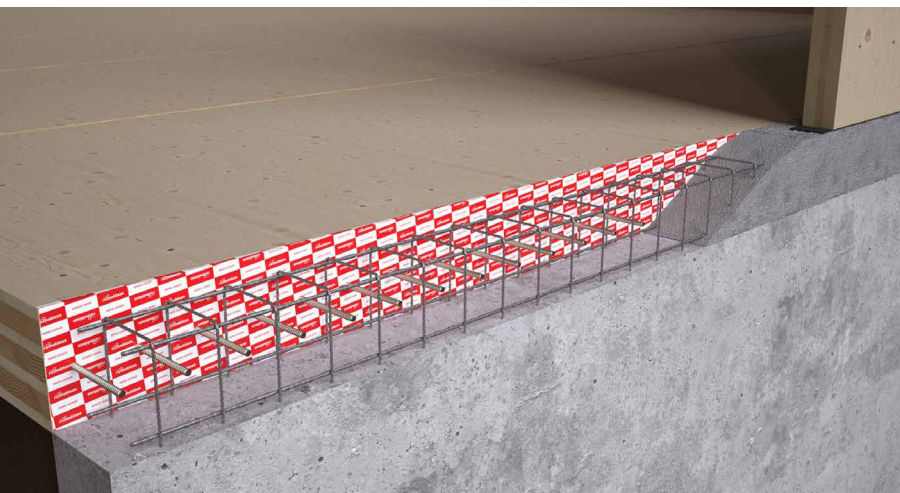
PECULIARIDAD	uniones madera-hormigón con resistencia en todas las direcciones
DIÁMETRO	tornillos Ø9 mm, Ø11 mm, Ø13 mm, Ø16 mm
FIJACIONES	VGS, VGZ y RTR
CERTIFICACIÓN	marcado CE conforme con ETA-22/0806



VGS

VGZ

RTR



CAMPOS DE APLICACIÓN

Uniones madera-hormigón.

- CLT, LVL
- Madera laminada y maciza



SPIDER Y PILLAR

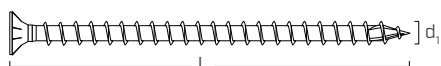
TC FUSION completa los sistemas SPIDER y PILLAR, y permite crear conexiones a momento entre paneles. Los sistemas Rothoblaas para la impermeabilización permiten separar la madera y el hormigón.

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

TC FUSION se puede utilizar en las juntas de construcción para conectar los forjados de panel y el núcleo de contraviento con una pequeña integración del vertido.

CÓDIGOS Y DIMENSIONES

VGS - conector todo rosca de cabeza avellanada o hexagonal



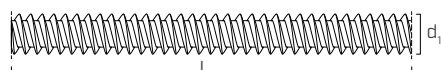
d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
9 TX 40	VGS9200	200	190	25
	VGS9220	220	210	25
	VGS9240	240	230	25
	VGS9260	260	250	25
	VGS9280	280	270	25
	VGS9300	300	290	25
	VGS9320	320	310	25
	VGS9340	340	330	25
	VGS9360	360	350	25
	VGS9380	380	370	25
	VGS9400	400	390	25
	VGS9440	440	430	25
	VGS9480	480	470	25
	VGS9520	520	510	25
	VGS9560	560	550	25
	VGS9600	600	590	25
11 TX 50	VGS11200	200	190	25
	VGS11225	225	215	25
	VGS11250	250	240	25
	VGS11275	275	265	25
	VGS11300	300	290	25
	VGS11325	325	315	25
	VGS11350	350	340	25
	VGS11375	375	365	25
	VGS11400	400	390	25
	VGS11425	425	415	25
	VGS11450	450	440	25
	VGS11475	475	465	25
	VGS11500	500	490	25
	VGS11525	525	515	25
	VGS11550	550	540	25
	VGS11575	575	565	25
11 SW 17 TX 50	VGS11600	600	590	25
	VGS11650	650	630	25
	VGS11700	700	680	25
	VGS11750	750	680	25
	VGS11800	800	780	25
	VGS11850	850	830	25
	VGS11900	900	880	25
	VGS11950	950	930	25
	VGS111000	1000	980	25
	VGS13200	200	190	25
13 TX 50	VGS13250	250	240	25
	VGS13300	300	280	25
	VGS13350	350	330	25
	VGS13400	400	380	25
	VGS13450	450	430	25
	VGS13500	500	480	25
	VGS13550	550	530	25
	VGS13600	600	580	25
13 SW 19 TX 50	VGS13650	650	630	25
	VGS13700	700	680	25
	VGS13750	750	730	25
	VGS13800	800	780	25
	VGS13850	850	830	25
	VGS13900	900	880	25
	VGS13950	950	930	25
	VGS131000	1000	980	25
	VGS131100	1100	1080	25
	VGS131200	1200	1180	25
	VGS131300	1300	1280	25
	VGS131400	1400	1380	25
	VGS131500	1500	1480	25

VGZ - conector todo rosca de cabeza cilíndrica



d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	b [mm]	unid.
9 TX 40	VGZ9200	200	190	25
	VGZ9220	220	210	25
	VGZ9240	240	230	25
	VGZ9260	260	250	25
	VGZ9280	280	270	25
	VGZ9300	300	290	25
	VGZ9320	320	310	25
	VGZ9340	340	330	25
	VGZ9360	360	350	25
	VGZ9380	380	370	25
	VGZ9400	400	390	25
	VGZ9440	440	430	25
	VGZ9480	480	470	25
	VGZ9520	520	510	25
	VGZ9560	560	550	25
	VGZ9600	600	590	25
11 TX 50	VGZ11200	200	190	25
	VGZ11250	250	240	25
	VGZ11275	275	265	25
	VGZ11300	300	290	25
	VGZ11325	325	315	25
	VGZ11350	350	340	25
	VGZ11375	375	365	25
	VGZ11400	400	390	25
	VGZ11425	425	415	25
	VGZ11450	450	440	25
	VGZ11475	475	465	25
	VGZ11500	500	490	25
	VGZ11525	525	515	25
	VGZ11550	550	540	25
	VGZ11575	575	565	25
	VGZ11600	600	590	25
11 SW 17 TX 50	VGZ11650	650	640	25
	VGZ11700	700	690	25
	VGZ11750	750	740	25
	VGZ11800	800	790	25
	VGZ11850	850	840	25
	VGZ11900	900	890	25
	VGZ11950	950	940	25
	VGZ111000	1000	990	25

RTR - sistema de refuerzo estructural



d ₁ [mm]	CÓDIGO	L [mm]	unid.
16	RTR162200	2200	10

GEOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

VGS - VGZ

Diámetro nominal	d ₁	[mm]	VGS					VGZ	
			9	11	11	13	13	9	11
Longitud	L	[mm]	-	≤ 600 mm	> 600 mm	≤ 600 mm	> 600 mm	-	-
Diámetro cabeza avellanada	d _K	[mm]	16,00	19,30	-	22,00	-	11,50	13,50
Espesor cabeza avellanada	t ₁	[mm]	6,50	8,20	-	9,40	-	-	-
Medida llave	SW	-	-	-	SW 17	-	SW 19	-	-
Espesor cabeza hexagonal	t _s	[mm]	-	-	6,40	-	7,50	-	-
Diámetro núcleo	d ₂	[mm]	5,90	6,60	6,60	8,00	8,00	5,90	6,60
Diámetro pre-agujero ⁽¹⁾	d _{V,S}	[mm]	5,0	6,0	6,0	8,0	8,0	5,0	6,0
Diámetro pre-agujero ⁽²⁾	d _{V,H}	[mm]	6,0	7,0	7,0	9,0	9,0	6,0	7,0
Resistencia característica de tracción	f _{tens,k}	[kN]	25,4	38,0	38,0	53,0	53,0	-	-
Momento plástico característico	M _{y,k}	[Nm]	27,2	45,9	45,9	70,9	70,9	-	-
Resistencia característica de esfuerzo plástico	f _{y,k}	[N/mm ²]	1000	1000	1000	1000	1000	-	-

(1) Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).

(2) Pre-agujero válido para maderas duras (hardwood) y para LVL de madera de haya.

RTR

Diámetro nominal	d ₁	[mm]	16
Diámetro núcleo	d ₂	[mm]	12,00
Diámetro pre-agujero ⁽¹⁾	d _{V,S}	[mm]	13,0
Resistencia característica de tracción	f _{tens,k}	[kN]	100,0
Momento plástico característico	M _{y,k}	[Nm]	200,0
Resistencia característica de esfuerzo plástico	f _{y,k}	[N/mm ²]	640

(1) Pre-agujero válido para madera de conífera (softwood).

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SISTEMA TC FUSION

Diámetro nominal	d ₁	[mm]	VGS/VGZ			RTR
			9	11	13	16
Resistencia tangencial de adherencia en hormigón C25/30	f _{b,k}	[N/mm ²]	12,5	12,5	12,5	9,0

Para aplicaciones con materiales diferentes consultar ETA-22/0806.

PRODUCTOS RELACIONADOS



D 38 RLE

TALADRO ATORNILLADOR CON 4 VELOCIDADES



SPEEDY BAND

CINTA MONOADHESIVA UNIVERSAL SIN PELÍCULA DE SEPARACIÓN



FLUID MEMBRANE

LÁMINA SINTÉTICA SELLANTE APLICABLE CON BROCHA O PISTOLA



INVISI BAND

CINTA MONOADHESIVA TRANSPARENTE SIN LINER, RESISTENTE A LOS RAYOS UV Y A LAS ALTAS TEMPERATURAS

Descubre más en el sitio www.rothoblaas.es

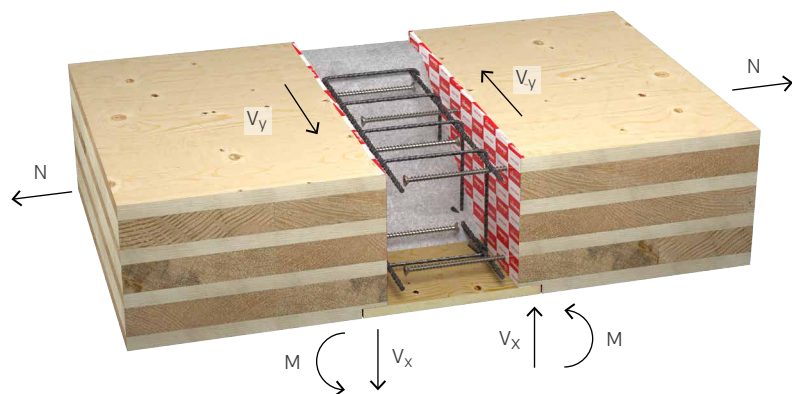
CAMPO DE APLICACIÓN

El **ETA 22/0806** es específico para aplicaciones madera-hormigón realizadas con conectores todo rosca VGS, VGZ y RTR. Se detalla el método de cálculo tanto para la evaluación de la resistencia de la unión como de la rigidez.

La conexión permite transferir las solicitaciones de corte, tracción y momento de flexión entre elementos de madera (CLT, LVL, GL y madera laminada) y hormigón, tanto a nivel de forjado como de pared.

El sistema TC FUSION ha sido ensayado y validado en el Arbeitsbereich für Holzbau de la Universidad de Innsbruck en el ámbito de un proyecto de investigación cofinanciado por la Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

SOLICITACIONES



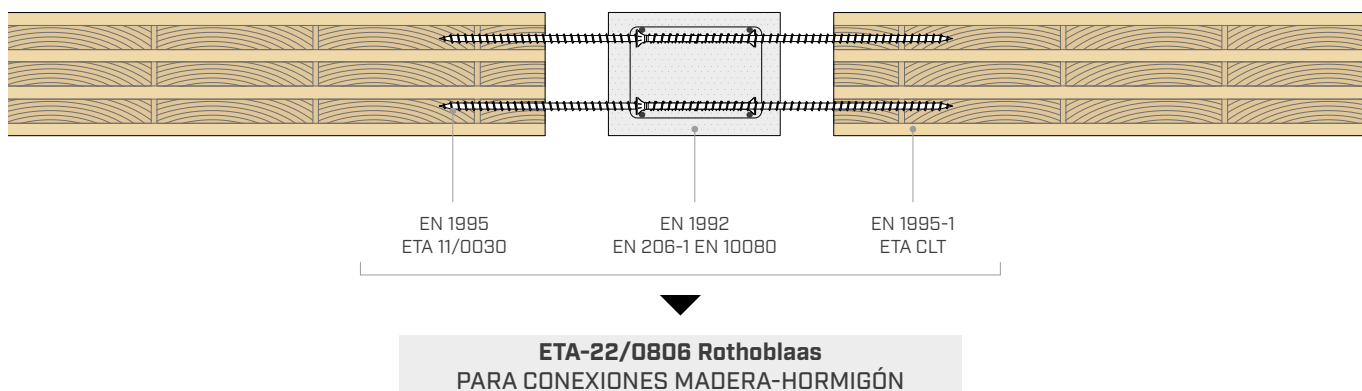
Unión rígida:

- corte en el plano del panel (V_y)
- corte fuera de plano (V_x)
- tracción (N)
- momento de flexión (M)

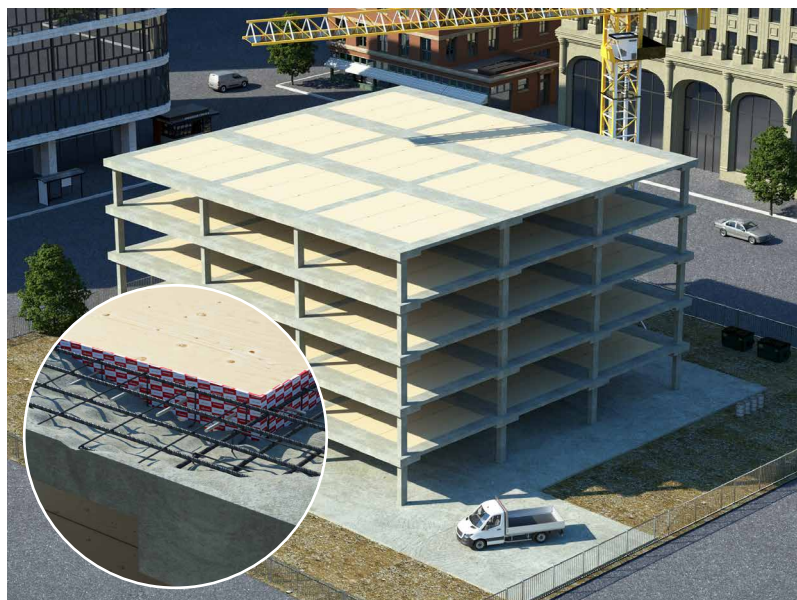
Unión articulada:

- corte en el plano del panel (V_y)
- corte fuera de plano (V_x)
- tracción (N)

NORMATIVAS APLICADAS Y CERTIFICACIONES OBTENIDAS



USO PARA ESTRUCTURAS HÍBRIDAS MADERA-HORMIGÓN



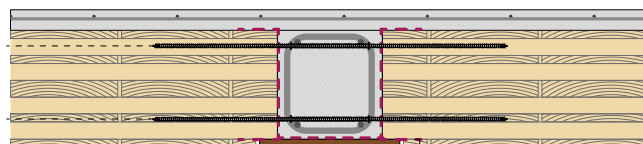
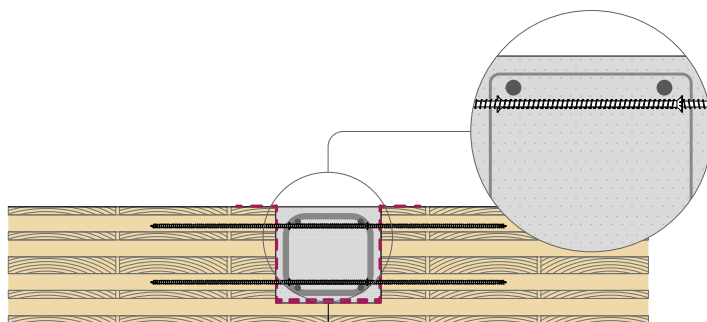
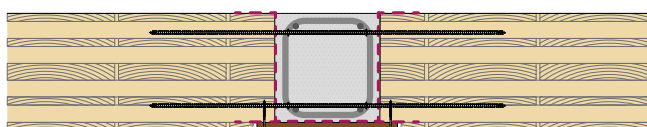
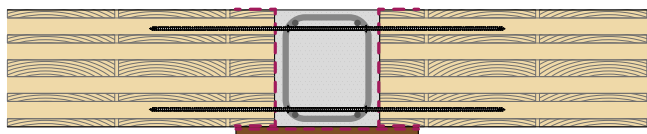
El uso del sistema TC FUSION con tornillos y barras rosca ofrece un nivel de versatilidad excepcional en la construcción de estructuras híbridas de madera-hormigón.

La conexión es perfectamente adecuada para todas aquellas situaciones en las que se requieren uniones articuladas o semirrígidas. Los tornillos y el hormigón pueden transferir eficazmente tracción, corte y momento de flexión. La rigidez y el momento resistente aumentan progresivamente a medida que aumenta el brazo del par interno entre los tornillos en el borde de tracción y el hormigón comprimido.

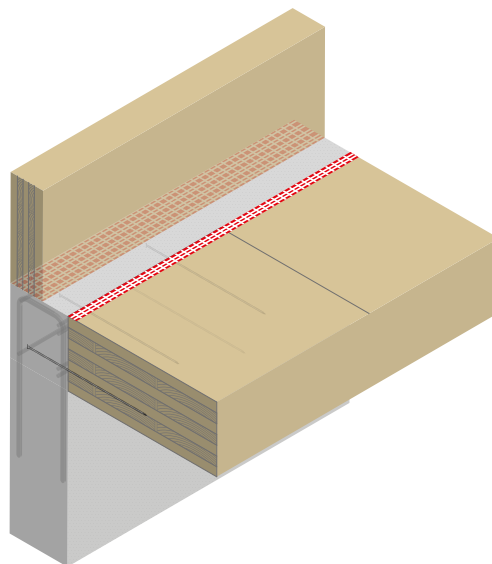
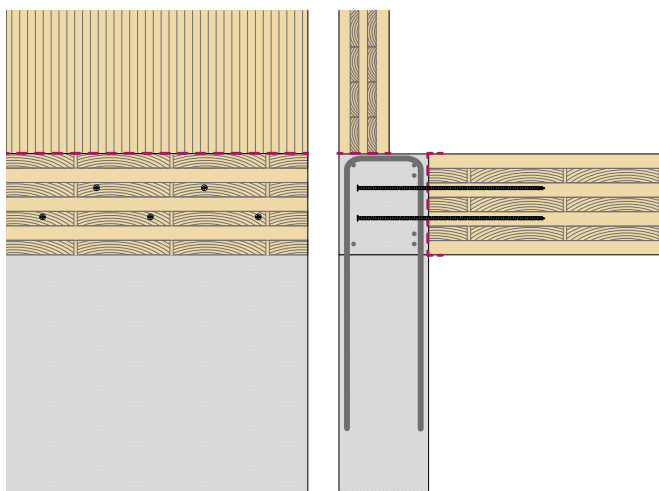
La unión de los dos materiales aumenta de manera significativa la rigidez y reduce los problemas relacionados con las tolerancias estructurales.

■ INSTALACIÓN

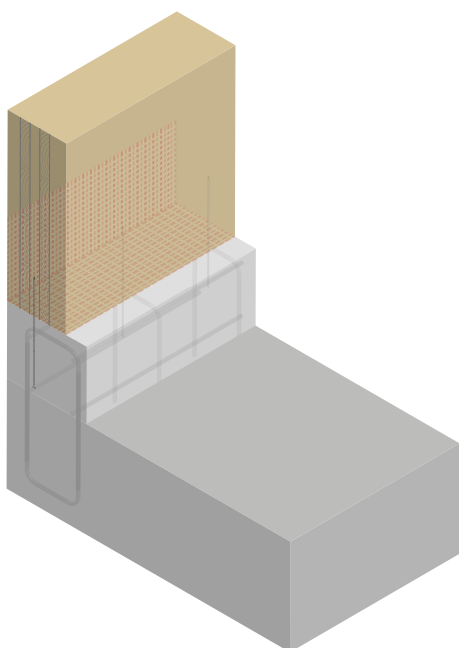
CONEXIÓN PANEL-PANEL



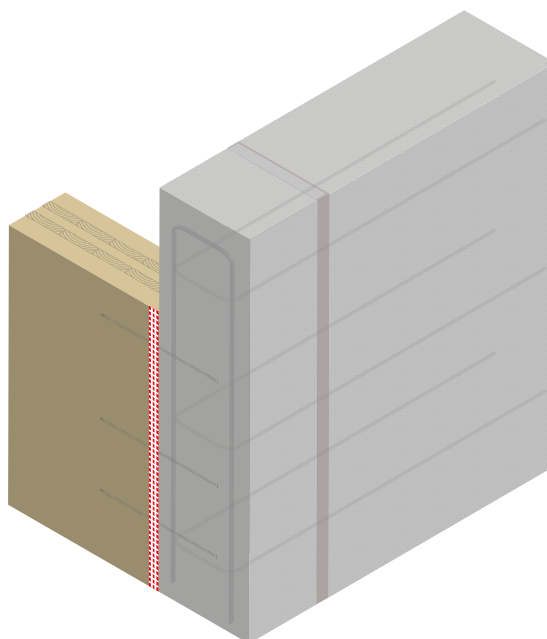
CONEXIÓN FORJADO-PARED



CONEXIÓN PARED-CIMENTOS



CONEXIÓN PARED-PARED

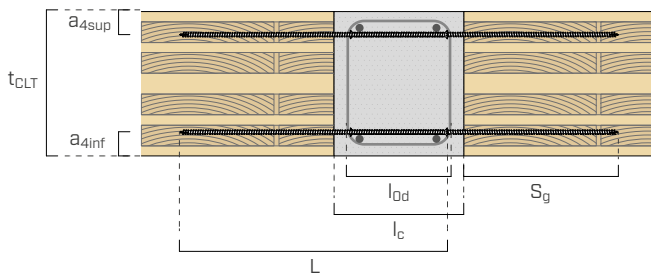


■ VALORES ESTÁTICOS | RESISTENCIAS | MADERA-HORMIGÓN-MADERA

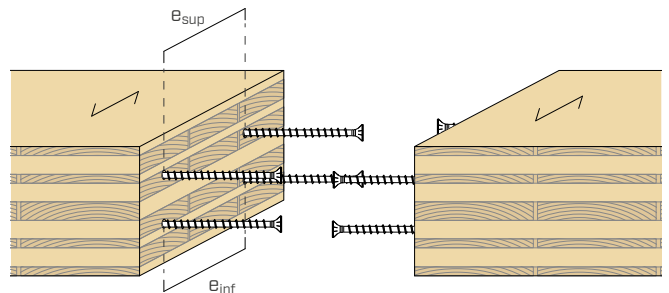
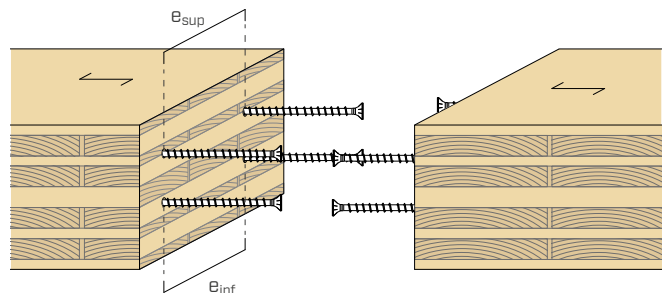
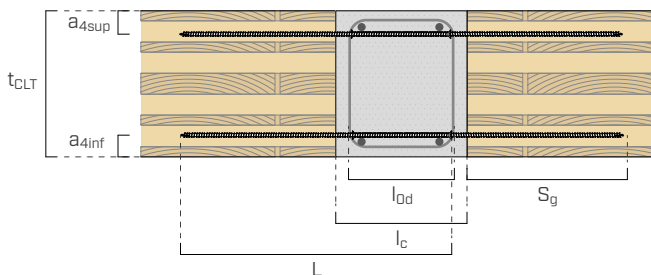
							MOMENTO					
							M^*_{Rd}					
geometría							160		180		200	
							(40-20-40-20-40) ⁽¹⁾		(40-30-40-30-40) ⁽¹⁾		(40-40-40-40-40) ⁽¹⁾	
d_1	L	l_c	$l_{0d}^{(2)}$	S_g	e_{inf}	e_{sup}	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
9	300	200	160	120	200		3,5	2,3	4,1	2,9	4,7	3,5
	320	200	160	140	200		4,1	2,6	4,8	3,3	5,5	4,1
	340	200	160	160	200		4,6	3,0	5,4	3,8	6,2	4,6
	360	200	160	180	200		5,1	3,3	6,1	4,2	7,0	5,1
	380	200	160	200	200		5,7	3,7	6,7	4,7	7,7	5,7
	400	200	160	220	200		6,2	4,0	7,3	5,1	8,4	6,2
	440	200	160	260	200		7,2	4,7	8,5	6,0	9,8	7,2
	480	200	160	300	200		8,2	5,3	9,7	6,8	11,2	8,2
11	520	200	160	340	200		9,2	5,9	10,9	7,6	12,5	9,2
	325	200	160	145	200		4,9	3,2	5,8	4,0	6,6	4,9
	350	200	160	170	200		5,7	3,7	6,7	4,7	7,7	5,7
	375	200	160	195	200		6,5	4,2	7,6	5,3	8,8	6,5
	400	200	160	220	200		7,3	4,7	8,6	6,0	9,8	7,3
	450	200	160	270	200		8,8	5,6	10,3	7,2	11,9	8,8
	500	200	160	320	200		10,2	6,6	12,1	8,4	13,9	10,2
	550	200	160	370	200		11,7	7,5	13,7	9,6	15,8	11,7
13	600	200	160	420	200		13,0	8,3	15,4	10,7	17,8	13,0
	400	230	190	190	200		7,2	4,7	8,5	5,9	9,8	7,2
	450	230	190	240	200		9,0	5,8	10,6	7,4	12,2	9,0
	500	230	190	290	200		10,7	6,8	12,6	8,7	14,5	10,7
	600	230	190	390	200		13,9	8,9	16,4	11,4	18,9	13,9
	700	230	190	490	200		17,0	10,8	20,1	13,9	23,2	17,0
	800	230	190	590	200		19,9	12,6	23,6	16,3	27,3	19,9
	900	250	210	670	200		22,2	14,0	26,4	18,1	30,5	22,2
16	545	270	230	295	200		9,6	6,2	11,3	7,9	13,0	9,6
	650	270	230	400	200		12,6	8,1	14,9	10,4	17,2	12,6
	730	270	230	480	200		14,8	9,5	17,5	12,2	20,2	14,8
	900	270	230	650	200		19,3	12,2	22,9	15,8	26,4	19,3
	1095	270	230	845	200		24,2	15,1	28,7	19,7	33,2	24,2

INSTALACIÓN MADERA-HORMIGÓN-MADERA

CONFIGURACIÓN (L)



CONFIGURACIÓN (T)



LEYENDA:

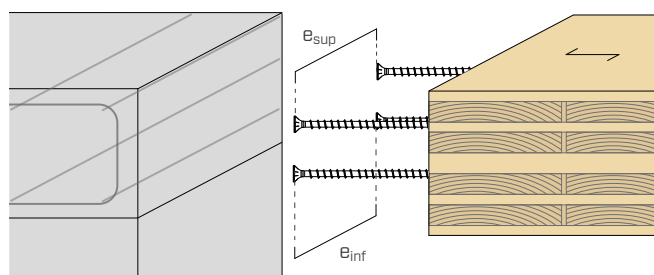
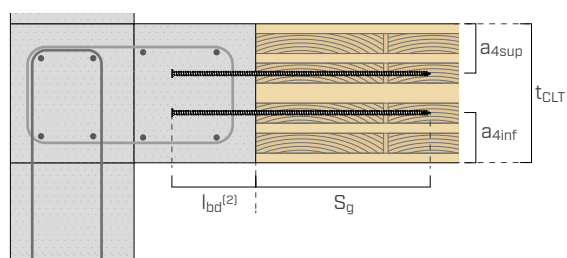
t_{CLT} espesor del panel CLT conectado
 S_g longitud de penetración del tornillo
 l_{0d} longitud de superposición
 l_c anchura del elemento de hormigón

e_{inf} interje entre los tornillos inferiores
 e_{sup} interje entre los tornillos superiores
 a_{4inf} distancia de los tornillos inferiores al borde
 a_{4sup} distancia de los tornillos superiores al borde

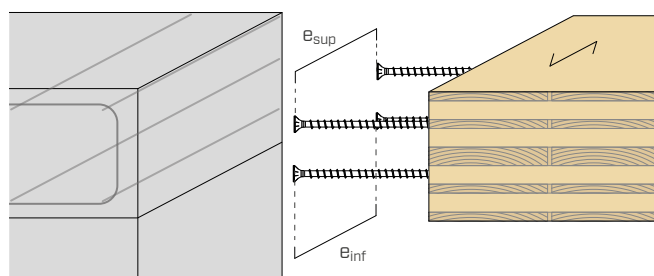
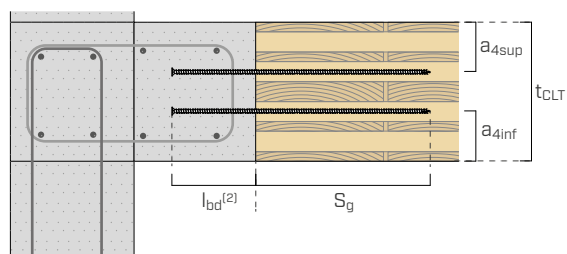
	MOMENTO M* _{Rd}								CORTE V* _{Rd}	TRACCIÓN N* _{Rd}
	220 (40-40-20-20-20-40-40) ⁽¹⁾		240 (40-40-20-40-20-40-40) ⁽¹⁾		260 (40-40-30-40-30-40-40) ⁽¹⁾		280 (40-40-40-40-40-40-40) ⁽¹⁾			
	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)		
	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]		
	5,3	4,1	5,9	4,7	6,6	5,3	7,2	5,9	3,8	6,1
	6,2	4,8	6,9	5,5	7,6	6,2	8,3	6,9	4,0	7,1
	7,0	5,4	7,8	6,2	8,7	7,0	9,5	7,8	4,3	8,1
	7,9	6,1	8,8	7,0	9,7	7,9	10,6	8,8	4,5	9,1
	8,7	6,7	9,7	7,7	10,7	8,7	11,7	9,7	4,5	10,0
	9,5	7,3	10,6	8,4	11,7	9,5	12,8	10,6	4,5	11,0
	11,1	8,5	12,4	9,8	13,7	11,1	14,9	12,4	4,5	12,8
	12,7	9,7	14,1	11,2	15,6	12,7	17,1	14,1	4,5	14,7
	14,2	10,9	15,8	12,5	17,5	14,2	19,1	15,8	4,5	16,5
	7,5	5,8	8,4	6,6	9,2	7,5	10,1	8,4	5,3	8,7
	8,7	6,7	9,7	7,7	10,8	8,7	11,8	9,7	5,6	10,1
	9,9	7,6	11,1	8,8	12,2	9,9	13,4	11,1	6,0	11,5
	11,1	8,6	12,4	9,8	13,7	11,1	15,0	12,4	6,2	12,9
	13,5	10,3	15,0	11,9	16,6	13,5	18,1	15,0	6,2	15,6
	15,7	12,1	17,5	13,9	19,4	15,7	21,2	17,5	6,2	18,3
	17,9	13,7	20,0	15,8	22,1	17,9	24,2	20,0	6,2	20,9
	20,1	15,4	22,5	17,8	24,8	20,1	27,2	22,5	6,2	23,5
	11,1	8,5	12,4	9,8	13,6	11,1	14,9	12,4	7,2	12,8
	13,8	10,6	15,4	12,2	17,0	13,8	18,6	15,4	8,0	16,0
	16,4	12,6	18,3	14,5	20,2	16,4	22,1	18,3	8,0	19,1
	21,4	16,4	23,9	18,9	26,4	21,4	29,0	23,9	8,0	25,1
	26,3	20,1	29,4	23,2	32,5	26,3	35,6	29,4	8,0	31,0
	31,0	23,6	34,6	27,3	38,3	31,0	42,0	34,6	8,0	36,8
	34,6	26,4	38,7	30,5	42,9	34,6	47,0	38,7	8,0	41,3
	14,8	11,3	16,5	13,0	18,2	14,8	19,9	16,5	11,4	17,2
	19,5	14,9	21,7	17,2	24,0	19,5	26,3	21,7	12,8	22,8
	22,9	17,5	25,6	20,2	28,3	22,9	31,0	25,6	13,8	26,9
	30,0	22,9	33,6	26,4	37,1	30,0	40,7	33,6	14,2	35,6
	37,7	28,7	42,3	33,2	46,8	37,7	51,3	42,3	14,2	45,2

INSTALACIÓN MADERA-HORMIGÓN

CONFIGURACIÓN (L)



CONFIGURACIÓN (T)



NOTAS:

⁽¹⁾ Composición del panel y espesor de las capas superpuestas con orientación de las fibras cruzada.

⁽²⁾ l_{bd} representa la longitud de superposición de los conectores. En el caso de juntas madera-hormigón, esta magnitud debe considerarse la longitud de anclaje l_{bd} .

						RIGIDEZ ROTACIONAL						
						$k^* \varphi$						
geometría						160 (40-20-40-20-40) ⁽¹⁾		180 (40-30-40-30-40) ⁽¹⁾		200 (40-40-40-40-40) ⁽¹⁾		
d_1	L	l_c	$l_{od}^{(2)}$	S_g	$e_{inf} e_{sup}$	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	
9	300	200	160	120	200	632	307	913	600	1246	838	
	320	200	160	140	200	732	355	1057	695	1443	970	
	340	200	160	160	200	830	403	1199	789	1636	1101	
	360	200	160	180	200	927	450	1339	881	1828	1229	
	380	200	160	200	200	927	450	1339	881	1828	1229	
	400	200	160	220	200	927	450	1339	881	1828	1229	
	440	200	160	260	200	927	450	1339	881	1828	1229	
	480	200	160	300	200	927	450	1339	881	1828	1229	
	520	200	160	340	200	927	450	1339	881	1828	1229	
11	325	200	160	145	200	841	394	1233	798	1699	1128	
	350	200	160	170	200	975	457	1429	925	1970	1308	
	375	200	160	195	200	1107	518	1622	1049	2235	1484	
	400	200	160	220	200	1235	578	1810	1171	2494	1656	
	450	200	160	270	200	1235	578	1810	1171	2494	1656	
	500	200	160	320	200	1235	578	1810	1171	2494	1656	
	550	200	160	370	200	1235	578	1810	1171	2494	1656	
13	600	200	160	420	200	1235	578	1810	1171	2494	1656	
	400	230	190	190	200	1258	589	1844	1193	2541	1687	
	450	230	190	240	200	1550	725	2271	1469	3129	2078	
	500	230	190	290	200	1662	778	2436	1576	3357	2229	
	600	230	190	390	200	1662	778	2436	1576	3357	2229	
	700	230	190	490	200	1662	778	2436	1576	3357	2229	
	800	230	190	590	200	1662	778	2436	1576	3357	2229	
16	900	250	210	670	200	1662	778	2436	1576	3357	2229	
	545	270	230	295	200	2209	1034	3237	2094	4461	2962	
	650	270	230	400	200	2362	1106	3461	2239	4770	3167	
	730	270	230	480	200	2362	1106	3461	2239	4770	3167	
	900	270	230	650	200	2362	1106	3461	2239	4770	3167	
	1095	270	230	845	200	2362	1106	3461	2239	4770	3167	

(*) La tabla se refiere al caso de conexiones madera-hormigón-madera. En el caso de madera-hormigón, la rigidez de la conexión debe duplicarse.

NOTAS

- ⁽¹⁾ Composición del panel y espesor de las capas superpuestas con orientación de las fibras cruzada.
- ⁽²⁾ l_{od} representa la longitud de superposición de los conectores. En el caso de juntas madera-hormigón, esta magnitud debe considerarse la longitud de anclaje l_{bd} .

PRINCIPIOS GENERALES

- En la fase de cálculo se ha considerado el caso de elementos de madera de CLT. Se supone una resistencia a la compresión paralela a las fibras igual a $f_{c0k} = 21$ Mpa y un módulo elástico medio paralelo a las fibras igual a $E_{0m} = 11500$ Mpa. Para calcular la resistencia y la rigidez, se ha omitido la contribución de las capas con fibra ortogonal al esfuerzo. Se supone una clase de resistencia del hormigón C25/30, preferiblemente con contracción baja. Si se utilizan clases de resistencia superiores (máx. C50), las tensiones de adhesión se pueden aumentar según se indica en ETA22/0806.
- Para determinar la resistencia a la flexión se ha considerado una distancia de los tornillos al borde de tracción del panel a_{4inf} igual a 41 mm para los tornillos de Ø 9 mm e igual a 45 mm para los tornillos de Ø11 o Ø13 mm y para las barras RTR.
- Si el sistema se utiliza con otros materiales, las resistencias axiales de los tornillos deberán calcularse según ETA-11/0030.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera y de hormigón se deben realizar por separado. Las longitudes mínimas de anclaje y superposición, la disposición de las armaduras mínimas y los requisitos geométricos se indican en ETA-22/0806.
- En el caso de solicitaciones combinadas se deberán seguir las indicaciones proporcionadas en ETA-22/0806.
- Los coeficientes de seguridad γ_M se deben tomar de acuerdo con la normativa vigente utilizada para el cálculo. Las tablas se han elaborado suponiendo:
 $k_{mod} = 1$ (duración corta/instantánea)
 $\gamma_M = 1,3$ (conexiones)
 $\gamma_{M,concrete} = 1,5$ (hormigón)
 $\alpha_{cc} = 0,85$ coeficiente de viscosidad del hormigón a compresión

MOMENTO RESISTENTE M

- Los valores característicos se calculan según la normativa EN 1995-1-1 en conformidad con ETA-22/0806 y ETA-11/0030. Los valores de resistencia de proyecto se obtienen a partir de los valores de las tablas de la siguiente manera:

$$M_{Rd} = M^*_{Rd} \cdot \frac{200}{e} \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

donde:

- M_{Rd} momento resistente referido al paso de diseño
 M^*_{Rd} momento resistente referido a un paso estándar de 200 mm
 e paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta (e_{inf} o e_{sup})

CORTE V_y

- La resistencia del sistema se determina mediante la fórmula

$$V_{Rd} = V^*_{Rd} \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

donde:

- V_{Rd} corte resistente referido al paso de diseño
 V^*_{Rd} corte resistente unitario (1 tornillo por metro)
 e_{inf} paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta
 e_{sup} paso de los tornillos en el borde comprimido de la junta

	RIGIDEZ ROTACIONAL k* _φ								RIGIDEZ LATERAL k* _{ser}
	220 (40-40-20-20-20-40-40) ⁽¹⁾		240 (40-40-20-40-20-40-40) ⁽¹⁾		260 (40-40-30-40-30-40-40) ⁽¹⁾		280 (40-40-40-40-40-40-40) ⁽¹⁾		
	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	(L)	(T)	
	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	[kNm/rad/m]	
	1630	1115	2066	1431	2553	1787	3092	2183	1371
	1887	1291	2392	1658	2957	2070	3581	2528	1371
	2141	1465	2714	1880	3354	2348	4062	2868	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2391	1636	3031	2100	3746	2622	4537	3202	1371
	2240	1515	2855	1960	3545	2462	4309	3020	1928
	2597	1757	3310	2273	4110	2854	4996	3502	1928
	2946	1993	3755	2578	4663	3238	5668	3973	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3288	2225	4191	2877	5204	3614	6326	4434	1928
	3349	2266	4269	2931	5301	3681	6444	4517	2562
	4125	2791	5259	3610	6529	4534	7937	5563	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	4425	2994	5641	3872	7004	4864	8514	5968	2562
	5881	3979	7496	5146	9307	6463	11314	7931	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646
	6288	4255	8016	5503	9952	6911	12099	8480	3646

CORTE V_x

- La resistencia del sistema se determina mediante la fórmula

$$V_{Rd} = V_{Rd}^* \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} e_{sup}} \right) \cdot \beta \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

$$\beta = \min \left\{ \frac{a_{4,inf}}{a_{4,inf,min}} ; \frac{a_{4,sup}}{a_{4,sup,min}} ; 1 \right\}$$

donde:

V_{Rd} corte resistente referido al paso de diseño
 V_{Rd}^* corte resistente unitario (1 tornillo por metro), con distancia desde el borde mayor o igual al mínimo previsto por ETA-11/0030
 e_{inf} paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta
 e_{sup} paso de los tornillos en el borde comprimido de la junta
 β coeficiente que reduce la resistencia al corte de los tornillos ranurados en caso de que se desvíe de la distancia mínima indicada en ETA-11/0030

$a_{4inf,min}$ y $a_{4sup,min}$ son las distancias mínimas según ETA-11/0030 desde los bordes superior e inferior del panel

a_{4inf} y a_{4sup} son las distancias de diseño desde los bordes inferior y superior del panel

En las fórmulas anteriores se ha supuesto una reducción de la resistencia de todos los tornillos en función de la distancia al borde más penalizador.

TRACCIÓN N

- La resistencia del sistema se determina mediante la fórmula

$$N_{Rd} = N_{Rd}^* \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} e_{sup}} \right) \cdot \frac{k_{mod}}{1,0} \cdot \frac{1,3}{\gamma_M}$$

donde:

N_{Rd} tracción resistente referida al paso de diseño
 N_{Rd}^* tracción resistente unitaria (1 tornillo por metro)
 e_{inf} paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta
 e_{sup} paso de los tornillos en el borde comprimido de la junta

RIGIDEZ ROTACIONAL

- Para calcular la rigidez rotacional del sistema se ha supuesto una longitud eficaz limitada a un valor de 20d, como se indica en ETA 22/0806. En el caso de uniones madera-hormigón-madera, la rigidez rotacional debe calcularse con la siguiente fórmula; para conexiones madera-hormigón, este valor debe duplicarse.

$$k_{\varphi} = k^*_{\varphi} \cdot \frac{200}{e}$$

donde:

k_{φ} rigidez rotacional referida al paso de diseño
 k^*_{φ} rigidez rotacional referida a un paso estándar de 200 mm
 e paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta flexionada

RIGIDEZ DENTRO DEL PLANO/FUERA DEL PLANO

- En el caso de uniones madera-hormigón-madera, la rigidez lateral debe calcularse con la siguiente fórmula; para conexiones madera-hormigón, este valor debe duplicarse. La rigidez del sistema se determina mediante la fórmula.

$$k_{ser} = k^*_{ser} \cdot \left(\frac{1000 + 1000}{e_{inf} e_{sup}} \right)$$

donde:

k_{ser} = rigidez de la conexión por metro lineal
 k^*_{ser} = rigidez lateral de un tornillo individual
 e_{inf} paso de los tornillos en el borde de tracción de la junta
 e_{sup} paso de los tornillos en el borde comprimido de la junta

RIGIDEZ AXIAL

- Para la evaluación de la rigidez axial, consultar ETA-22/0806