

# SHARP METAL

## PLACA DENTADA DE ACERO

### TECNOLOGÍA REVOLUCIONARIA

Las placas tienen una multitud de pequeñas púas distribuidas por las dos superficies. La unión se produce gracias a la inserción mecánica de las púas en la madera.

### PEGADO EN SECO

Ideal para la transmisión de esfuerzos de corte de manera difusa entre dos componentes de madera. La elevada rigidez del sistema hace que sea una solución intermedia entre el pegado y la unión con conectores de vástago cilíndrico.

### TORNILLOS TBS MAX

Las púas penetran en la madera gracias a la compresión generada por los tornillos de cabeza ancha TBS MAX. Para aplicaciones industrializadas, es posible utilizar una prensa mecánica o de vacío.

### CERTIFICADA

La nueva tecnología está certificada de acuerdo con ETA-24/0058, que garantiza la fiabilidad de la investigación y de los ensayos realizados.



VIDEO



CALCULATION  
TOOL



PATENTED



ETA-24/0058

### CLASE DE SERVICIO

SC1

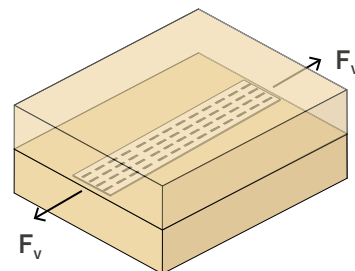
SC2

### MATERIAL

410  
AISI

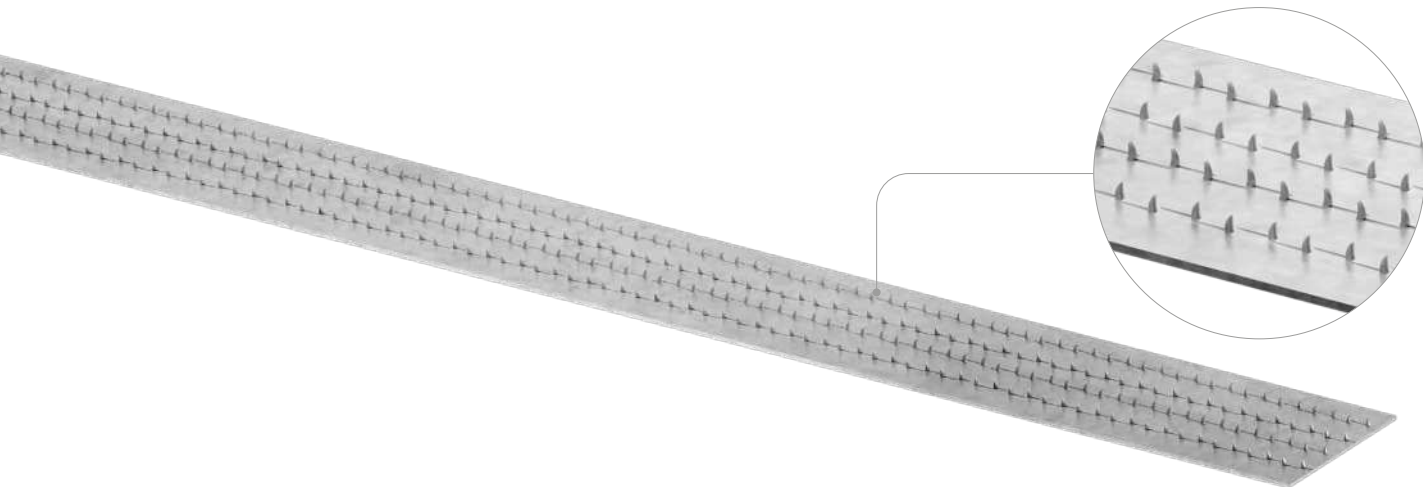
acero inoxidable martensítico  
AISI 410

### SOLICITACIONES



### VÍDEO

Escanea el código QR y mira  
el vídeo en nuestro canal de  
YouTube



### CAMPOS DE APLICACIÓN

Conexiones madera-madera resistentes al corte con elevada rigidez.  
Se puede utilizar como conexión adicional para limitar el desplazamiento de la conexión al estado límite de servicio.

Campos de aplicación:

- madera maciza o laminada
- paneles de CLT o LVL softwood



## FORJADOS NERVADOS SIN COLA

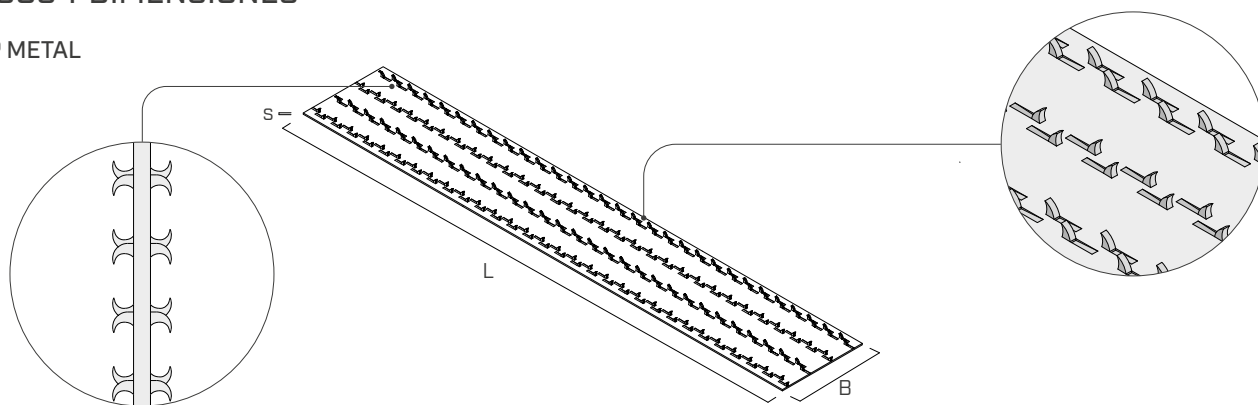
Gracias a la tecnología de las púas, es ideal para realizar forjados nervados o huecos, sin usar colas, adhesivos ni prensas. Elimina los tiempos de espera para el endurecimiento de la cola. Posibilidad de transportar los forjados desmontados a las obras.

## REFUERZO ESTRUCTURAL

Ideal para el refuerzo estructural de vigas mediante el pegado en seco de elementos de madera adicionales.

## CÓDIGOS Y DIMENSIONES

### SHARP METAL



| CÓDIGO      | B<br>[mm] | L<br>[mm] | s<br>[mm] |  | unid. |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| SHARP501200 | 50        | 1200      | 0,75      | ●                                                                                   | 10    |

## FIJACIONES

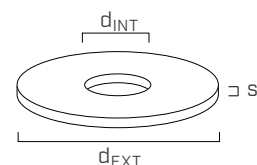
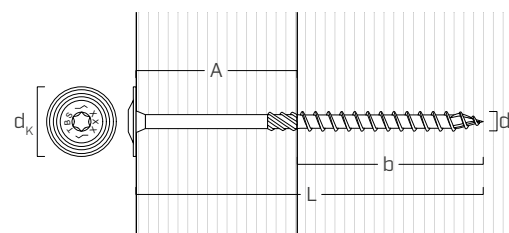
### TBS MAX - tornillo de cabeza ancha XL

| d <sub>1</sub><br>[mm] | d <sub>k</sub><br>[mm] | CÓDIGO     | L<br>[mm] | b<br>[mm] | A<br>[mm] | unid. |
|------------------------|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 8<br>TX 40             | 24,5                   | TBSMAX8120 | 120       | 100       | 20        | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8160 | 160       | 120       | 40        | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8180 | 180       | 120       | 60        | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8200 | 200       | 120       | 80        | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8220 | 220       | 120       | 100       | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8240 | 240       | 120       | 120       | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8280 | 280       | 120       | 160       | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8320 | 320       | 120       | 200       | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8360 | 360       | 120       | 240       | 50    |
|                        |                        | TBSMAX8400 | 400       | 120       | 280       | 50    |

Para mayor información, consultar el catálogo "TORNILLOS PARA MADERA Y UNIONES PARA TERRAZAS".

### ARANDELA

| CÓDIGO   | barra | d <sub>INT</sub><br>[mm] | d <sub>EXT</sub><br>[mm] | s<br>[mm] | unid. |
|----------|-------|--------------------------|--------------------------|-----------|-------|
| ULS13373 | M12   | 13,0                     | 37,0                     | 3,0       | 100   |



## PRODUCTOS RELACIONADOS

### TUCAN - cizalla para cortes pasantes largos y rectos



| CÓDIGO | longitud<br>[mm] | unid. |
|--------|------------------|-------|
| TUC350 | 350              | 1     |



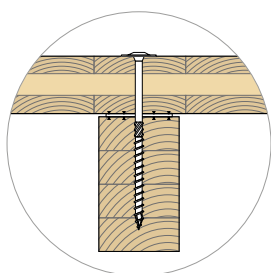
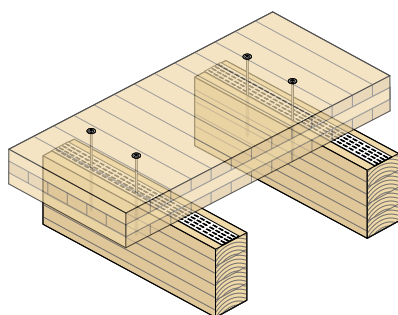
## CAMPOS DE APLICACIÓN

El sistema de conexión en seco SHARP METAL se puede utilizar tanto en nuevas construcciones como en la adecuación estructural y el refuerzo.

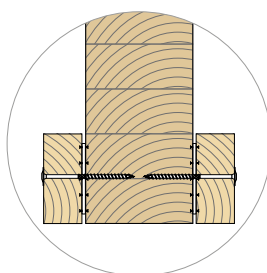
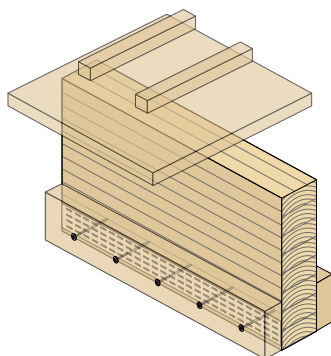
Gracias a la elevada rigidez y a la ausencia de tolerancias constructivas, esta placa permite acoplar secciones adicionales de inmediato y realizar secciones compuestas sin complicadas operaciones de preparación (A); igualmente, si se aplica en los lados de vigas existentes, es posible utilizar sistemas de cierre con mordazas mecánicas para asegurar una gran rapidez de intervención (B).

También se puede utilizar para reducir los desplazamientos con bajos niveles de fuerza, incluso en caso de desplazamientos en vacío de conexiones con pernos y pasadores (C). En las estructuras reticulares con grandes luces, esto puede representar una gran ventaja a la hora de reducir los desplazamientos.

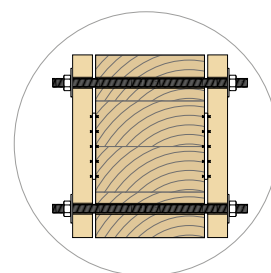
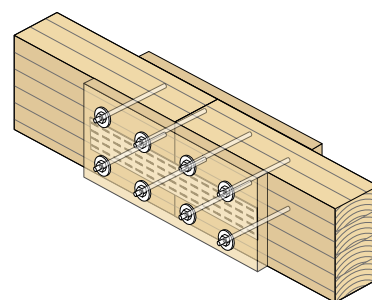
(A) SECCIONES  
COMPUESTAS



(B) REFUERZO  
ESTRUCTURAL



(C) RIGIDIZACIÓN LOCALES  
DE LAS UNIONES

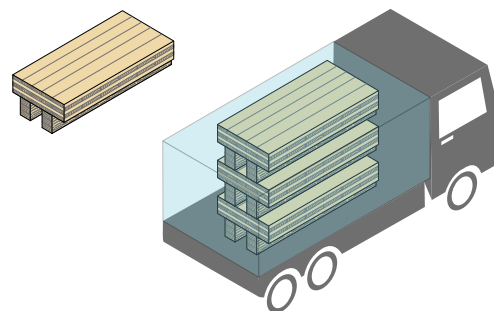


## PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE

### ENSAMBLAJE EN LA FÁBRICA

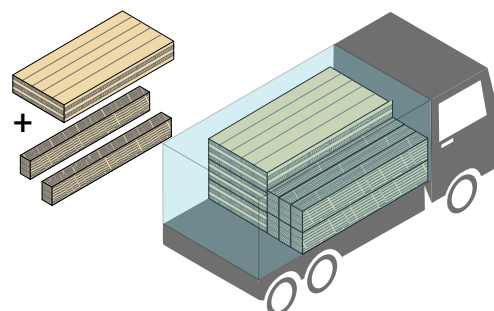
La eficacia de las placas SHARP METAL se puede maximizar si los componentes se conectan en una instalación dotada de sistemas de prensado o similares, por ejemplo, para la prefabricación en serie. De esta manera, se reducen los tiempos de ensamblaje, ya que no es necesario esperar a que endurezcan las colas o las resinas.

En este caso, se debe insertar un número mínimo de tornillos para mantener el contacto de los elementos ante fuerzas de tracción ortogonales a la placa.



### ENSAMBLAJE EN LA OBRA

Si los componentes se ensamblan en la obra, es posible usar los tornillos TBS MAX para obtener la presión necesaria para garantizar la penetración de las púas. Con este método, es posible reducir considerablemente los costes de transporte de elementos compuestos en "T" y aprovechar la posibilidad de poder ensamblar componentes suministrados por diferentes fabricantes (por ejemplo, CLT y madera laminada). Gracias al rendimiento de los tornillos y al espesor reducido de la placa SHARP METAL no es necesario realizar pre-agujeros en ella; además, con las tijeras TUCAN se pueden cortar fácilmente a la medida deseada.

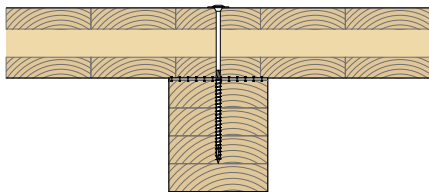


## MONTAJE

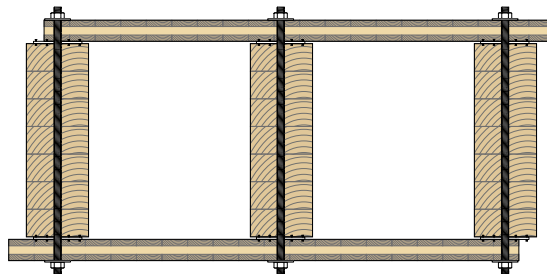
Para asegurar la correcta inserción de las púas, la conexión con SHARP METAL requiere una presión mínima de aplicación de 1,15 MPa, considerando una densidad promedio de 480 kg/m<sup>3</sup>.

Este valor de presión se puede obtener utilizando diferentes métodos en función de las necesidades específicas y de la producción. Hay dos métodos principales: la fijación con prensas o la fijación con conectores de vástago cilíndrico, como tornillos de cabeza ancha o barras roscadas.

fijación con tornillos

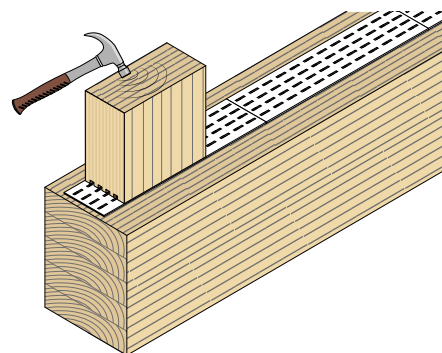
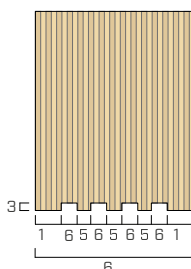


fijación con barras roscadas o pernos



### PREINSTALACIÓN EN EL PRIMER COMPONENTE

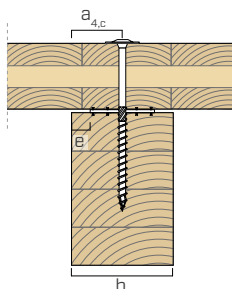
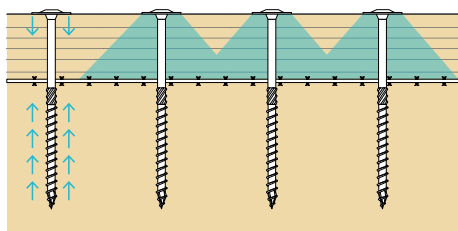
Para facilitar la instalación, en un lado de la conexión es posible utilizar una plantilla de fijación en forma de peine, realizada con un elemento de madera dura fresada como se muestra en la figura de al lado. Golpeándola con un martillo, es posible hacer penetrar las púas de las tiras de SHARP METAL sin que se dañen.



### ENSAMBLAJE DEL SEGUNDO COMPONENTE

La fuerza necesaria para cerrar la unión se puede aplicar mediante tornillos de cabeza ancha. Para obtener este resultado, es necesario que toda la parte roscada del tornillo quede únicamente en uno de los dos elementos conectados. La eficiencia de los tornillos está fuertemente influenciada por la rigidez de los componentes conectados. Los interejos promedio sugeridos en la tabla se han determinado a partir de aplicaciones prácticas en la obra.

Gracias al espesor muy reducido de las placas, es posible optimizar la eficacia del sistema utilizando las placas de forma "discontinua", es decir, aplicándolas a intervalos. Si se desea aumentar la fuerza de los tornillos destinados a cerrar la unión, se pueden utilizar arandelas ULS13373 para ampliar el área de difusión de la fuerza y aumentar la resistencia a la penetración de la cabeza del tornillo.



### INTEREJES SUGERIDOS

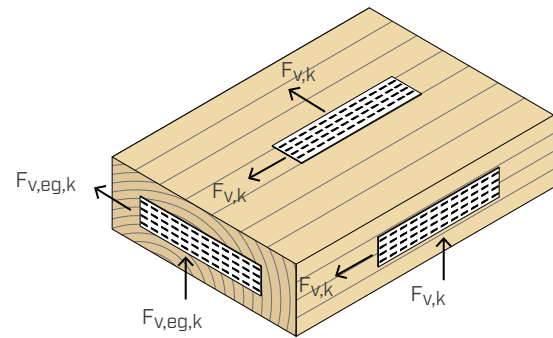
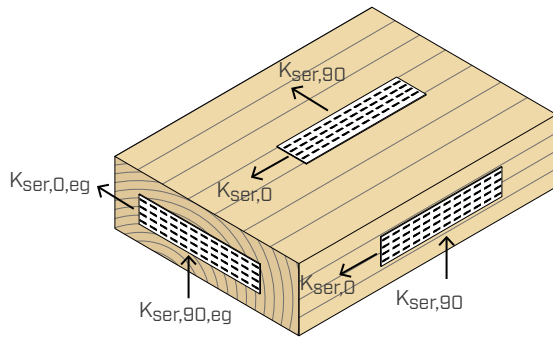
| fijación           | intereje promedio      |
|--------------------|------------------------|
| TBS                | 8·d/10·d=64/80 mm      |
| TBS MAX            | 15·d/20·d=120/160 mm   |
| TBS MAX + ULS13373 | 20·d/25·d = 160/200 mm |

### DISTANCIAS MÍNIMAS

| fijación    | descripción                                                        | a <sub>4,c</sub> | [mm] | 5·d                   |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|------------------|------|-----------------------|
| TBS/TBS MAX | distancia mínima desde el borde descargado                         | a <sub>4,c</sub> | [mm] | 5·d                   |
| SHARP METAL | distancia mínima desde el borde hasta el lado exterior de la placa | e                | [mm] | b<150 25<br>b>150 b/6 |

con d diámetro del tornillo y b anchura del elemento de madera.

El uso de SHARP METAL en combinación con los tornillos permite obtener una instalación práctica y segura. La placa dentada proporciona un considerable confinamiento a la madera y, en consecuencia, se aumenta la resistencia contra las roturas por agrietamiento para las cargas paralelas a la fibra que actúan en los tornillos.



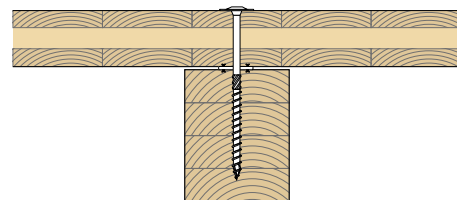
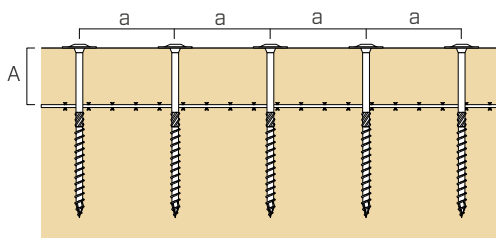
#### Valores de resistencia característica - fibra lateral

| intereje entre tornillos<br>TBS/TBSMAX | MADERA MACIZA, MADERA LAMINADA y CLT |                                     |                                      |
|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                                        | $F_{v,k}$<br>[MPa]                   | $k_{ser,0}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] | $k_{ser,90}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] |
| $a \leq 100\text{mm}$                  | 1,72                                 | 3,05                                | 1,01                                 |
| $\leq 175\text{mm}$                    | 1,02                                 | 2,47                                | 0,87                                 |
| sin tornillos(*)                       | 0,81                                 | 1,76                                | 0,72                                 |

(\*) Sin embargo, se deben insertar tornillos mínimos para garantizar que se mantenga el contacto con una separación mínima de 250 mm.

#### Valores de resistencia característicos - fibra de testa

| intereje entre tornillos<br>TBS/TBSMAX | MADERA MACIZA Y LAMINADA |                                        |                                         | CLT                   |                                        |                                         |
|----------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                        | $F_{v,eg,k}$<br>[MPa]    | $k_{ser,0,eg}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] | $k_{ser,90,eg}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] | $F_{v,eg,k}$<br>[MPa] | $k_{ser,0,eg}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] | $k_{ser,90,eg}$<br>[N/mm <sup>3</sup> ] |
| $\leq 175\text{mm}$                    | 0,86                     | 1,40                                   | 0,85                                    | 1,11                  | 1,40                                   | 0,85                                    |



#### PRINCIPIOS GENERALES

- Los valores característicos respetan la normativa EN 1995-1-1 en conformidad con ETA-24/0058.
- El dimensionamiento y la comprobación de los elementos de madera se tienen que calcular aparte.
- Para reducir las distorsiones relacionadas con las variaciones higrométricas es posible colocar los tornillos desalineados a lo largo del eje de SHARP METAL.
- El espesor mínimo del elemento a conectar (A) debe ser de 60 mm. La longitud del tornillo debe permitir que la parte roscada penetre completamente en el segundo elemento conectado.
- Si SHARP METAL se utiliza en materiales a base de madera con densidad media  $\rho_m > 480 \text{ kg/m}^3$ , se recomienda comprobar con mucha atención que las púas penetren correctamente.
- Las resistencias de proyecto se obtienen a partir de los valores característicos de la siguiente manera:

$$F_{v,Rk} = \begin{cases} B \cdot l_{eff} \cdot F_{v,k} \cdot k_{dens} & \text{para aplicaciones en fibra lateral} \\ B \cdot l_{eff} \cdot F_{v,eg,k} \cdot k_{dens} & \text{para aplicaciones en fibra de testa} \end{cases}$$

donde B representa la anchura de las tiras utilizadas. Las resistencias se obtienen experimentalmente en muestras de madera con una densidad igual a  $385 \text{ kg/m}^3$ .

Si se utilizan maderas con densidades características diferentes, el valor de resistencia debe multiplicarse por:

$$K_{dens} = \left( \frac{\rho_k}{385} \right)^{0.5}$$

La longitud eficaz que se debe tener en cuenta al calcular las conexiones es igual a:

$$l_{eff} = \min(0,9; l - 10 \text{ mm})$$

donde l representa la longitud de las tiras utilizadas.

- Las rigideces de proyecto se obtienen a partir de los valores indicados en las tablas de la siguiente manera:

$$K_{v,ser} = \begin{cases} B \cdot l_{eff} \cdot k_{ser,0} & \text{para aplicaciones en fibra lateral} \\ B \cdot l_{eff} \cdot k_{ser,90} & \text{para aplicaciones en fibra de testa} \end{cases}$$

#### PROPIEDAD INTELECTUAL

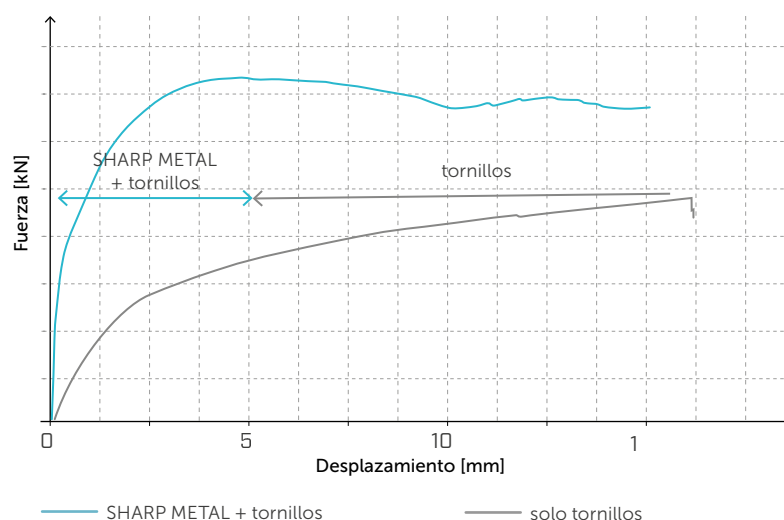
- SHARP METAL está protegido por la siguiente patente: IT10202000025540.
- SHARP METAL está desarrollado por Rothoblaas sobre la base de una tecnología de Nucap Industries Inc.

## COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Las uniones madera-madera realizadas con SHARP METAL y tornillos presentan un comportamiento estructural a medio camino entre los conectores con vástago cilíndrico y el encolado.

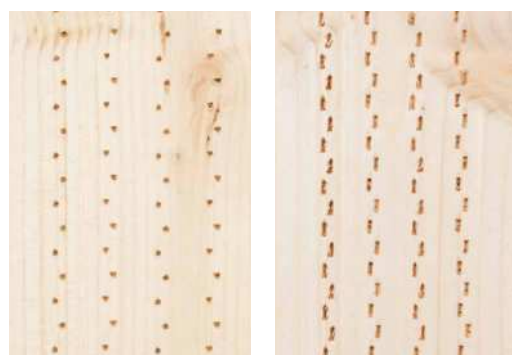
Este comportamiento específico garantiza, por un lado, la reducción de los desplazamientos debidos a las tolerancias de montaje y, por el otro, una buena ductilidad en caso de grandes desplazamientos en condiciones límite.

Estas propiedades pueden modularse de manera eficaz diseñando atentamente las condiciones del estado límite de servicio (SLS) y del estado límite último (ULS).



En el caso de análisis avanzados, el estudio del sistema debe tener en cuenta los diferentes campos de utilización en términos de desplazamiento. Con bajos niveles de desplazamiento, las placas SHARP METAL ofrecen un rendimiento con alta resistencia y rigidez. Estas características lo convierten en una buena solución para acoplar elementos en secciones compuestas cuando se desee garantizar una conexión con la máxima eficiencia.

En el ámbito de los desplazamientos elevados, los tornillos garantizan un comportamiento postelástico satisfactorio gracias a la elevada ductilidad y resistencia.

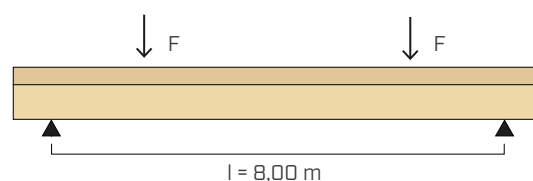
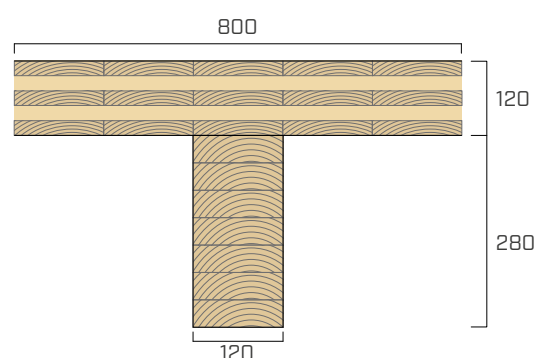


## EXPERIMENTACIÓN

El uso de la conexión de corte SHARP METAL ha presentado varias ventajas durante las pruebas comparativas experimentales realizadas en muestras a escala real, en condiciones de uso real, tanto en términos de dimensiones como de instalación.

Los ensayos en secciones compuestas, en las que habitualmente se requiere una conexión entre los elementos muy rígida, han demostrado una notable mejora en cuanto a la reducción de los desplazamientos y las deformaciones. En la tabla se comparan los resultados en términos de rigidez.

### ESTUDIO DE CASO: COMPARACIÓN CON CONEXIÓN PEGADA



#### DATOS

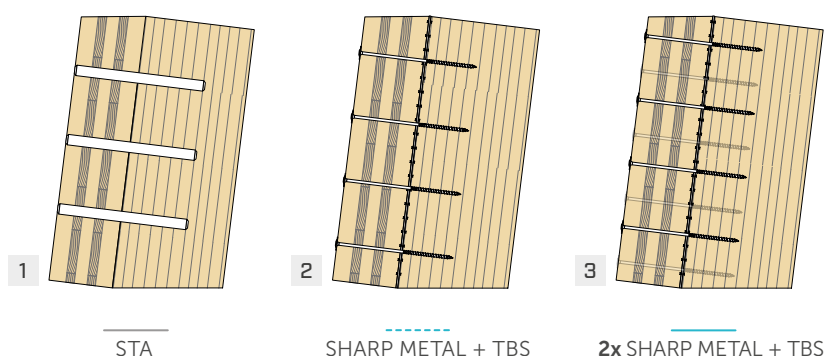
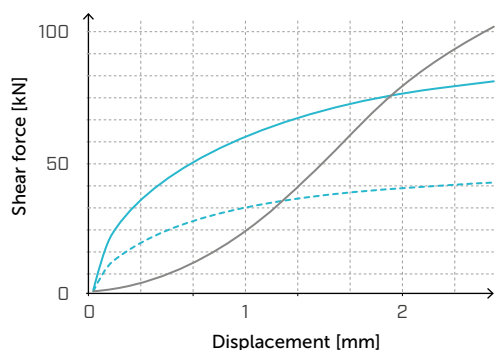
|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| longitud viga        | 8 m                |
| espesor panel de CLT | 120 mm (5 capas)   |
| viga                 | GL24h 120 x 280 mm |

| descripción                          | sistema de conexión                                | rigidez flexional<br>$E_{I,ef}$ | flecha<br>$v$ |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| ensayo de referencia-solo tornillos  | TBS Ø8x220 mm, $a = 100 \text{ mm}$                | 100%                            | 100%          |
| conexión con tornillos y SHARP METAL | SHARP METAL<br>TBS Ø8x220 mm, $a = 100 \text{ mm}$ | 204%                            | 49%           |
| conexión rígida                      | pegado con XEPOX                                   | 239%                            | 42%           |

## ESTUDIO DE CASO: COMPARACIÓN CON CONECTORES DE VÁSTAGO CILÍNDRICO

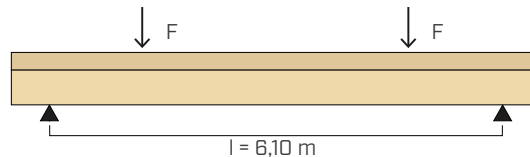
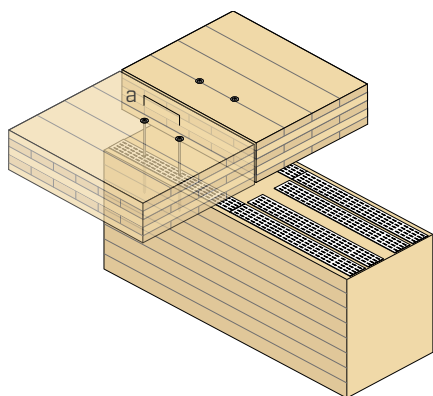
Si se utilizan conectores de diámetro considerable, para garantizar una conexión lo suficientemente eficaz, a menudo se debe recurrir a interjes muy pequeños y a tolerancias mínimas. Gracias a las placas SHARP METAL es posible garantizar un excelente rendimiento con desplazamientos reducidos, manteniendo diámetros pequeños y conectores autopercutorantes. A continuación, se proporcionan los resultados de los ensayos realizados en muestras de corte y ensayos a escala real.

### ENSAYOS DE CORTE



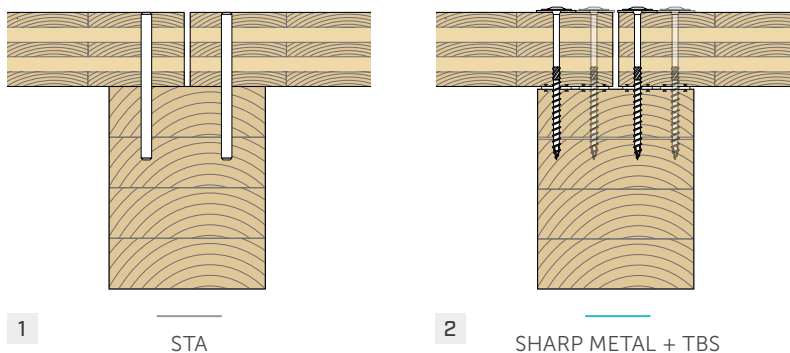
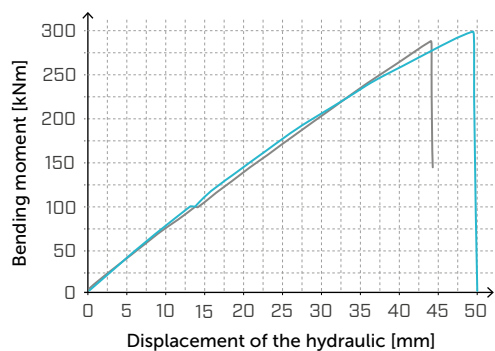
| descripción                   | sistema de conexión                                 | rigidez<br>$E_{I,ef}$ |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|
| 1 pasadores STA               | 6 - STA Ø20x300 mm                                  | 100%                  |
| 2 SHARP METAL + tornillos TBS | SHARP METAL (1 tira l=500 mm)<br>4 - TBS Ø8x260 mm  | 75%                   |
| 3 SHARP METAL + tornillos TBS | SHARP METAL (2 tiras l=500 mm)<br>8 - TBS Ø8x260 mm | 144%                  |

### ENSAYOS DE FLEXIÓN



#### DATOS

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| longitud viga        | 6,10 m             |
| espesor panel de CLT | 140 mm (5 capas)   |
| viga                 | GL28h 240 x 400 mm |



| descripción                   | sistema de conexión                                      | rigidez flexional<br>$E_{I,ef}$ | flecha<br>$v$ |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| 1 pasadores STA               | pasadores STA Ø20x300 (a=120 mm/240 mm)                  | 100%                            | 100%          |
| 2 SHARP METAL + tornillos TBS | SHARP METAL (4 tiras/2 tiras)<br>TBS Ø8x260 mm, s=150 mm | 102%                            | 97%           |