

Manual Técnico de Conectores



Hilti X-HVB

EDICIÓN 2005

1. Objeto	4
2. Generalidades	4
3. Campo de aplicación	4
4. Descripción del sistema	5
4.1. Introducción	5
4.2. Elementos principales	5
4.3. Conectores Hilti X-HVB	7
4.4. Clavos Hilti ENP2 - 21L15 y ENPH2 - 21L15	8
4.5. Pistola DX-750 + Kit Conversión 75/HVB	8
4.6. Cartuchos de Pólvora.	8
5. Materiales de obra	9
5.1. Vigas metálicas	9
5.2. Chapa perfilada	9
5.3. Hormigón armado	9
6. Elección de los elementos del sistema	9
6.1. Elección del conector	9
6.1.1. <i>Viga Mixta con losa maciza</i>	9
6.1.2. <i>Viga mixta con chapa perfilada</i>	10
6.2. Elección del clavo y del cartucho	11
7. Cálculo de la resistencia	12
7.1. Resistencia de los conectores en losa maciza	12

7.2. Resistencia de los conectadores con chapa perfilada	12
7.2.1. Nervios de la chapa perfilada perpendiculares a la viga	13
7.2.2. Nervios de la chapa perfilada paralelos a la viga	13
8. Disposición de los conectadores	13
8.1. Clasificación de las chapas	13
8.2. Reglas generales	14
8.3. Viga mixta con losa maciza	15
8.4. Chapa perfilada perpendicular a la viga	16
8.4.1. Chapa perfilada sin resaltos en el valle	16
8.4.2. Chapa perfilada con resaltos en el valle	17
8.4.3. Casos particulares	19
8.5. Chapa perfilada paralela a la viga	20
9. Ejemplos de disposición	22
10. Montaje de chapas perfiladas	23
11. Control de ejecución	25
12. Lista de Informes y Homologaciones	27
ANEJO 1. GEOMETRÍA DE CHAPAS PERFILADAS	
ANEJO 2. EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE X-HVB	
ANEJO 3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

1. Objeto

El presente documento tiene el objeto de servir de guía para el cálculo y la adecuada puesta en obra de los conectadores de disparo Hilti X-HVB para estructuras mixtas, los cuales se han demostrado como una alternativa perfectamente válida a los pernos soldados.

2. Generalidades

Denominamos conectadores a los elementos que aseguran la unión mecánica entre una viga metálica y un bloque de hormigón, con el objeto de realizar una estructura mixta. El dimensionamiento de estructuras mixtas utilizando los conectadores Hilti X-HVB se puede efectuar utilizando las reglas y normativas existentes a tal efecto, en particular, el **Eurocódigo 4. Parte 1-1: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón. Reglas Generales y Reglas para Edificación**. Por su parte, la estabilidad al fuego de las estructuras mixtas acero-hormigón está cubierta por el **Eurocódigo 4. Parte 1-2: Diseño de Estructuras Mixtas de Acero y Hormigón. Reglas Generales. Cálculo del comportamiento al fuego**.

El presente documento contiene los datos necesarios esenciales para permitir el dimensionamiento de los conectadores Hilti X-HVB en estructuras mixtas de edificación. Se incluyen los valores de resistencia de los conectadores a adoptar en el cálculo dentro del marco del Eurocódigo 4, así como de las reglas de construcción relativas a la colocación y control de los mismos.

3. Campo de aplicación

Los conectadores Hilti X-HVB se utilizan para transmitir los esfuerzos rasantes existentes en la conexión de estructuras mixtas hormigón-acero. Están indicados para las aplicaciones principales siguientes:

- **Vigas y Forjados Mixtos:**

- Viga metálica + losa maciza de hormigón,
- Viga metálica + losa mixta de hormigón con chapa perfilada colaborante,
- Viga metálica + losa de hormigón sobre chapa perfilada (encofrado perdido)
- Viga metálica + losa de hormigón sobre placas prefabricadas de hormigón.

- **Pilares Mixtos (perfiles metálicos recubiertos de hormigón):**
 - Los conectadores Hilti X-HVB pueden ser utilizados para asegurar la conexión entre el núcleo metálico y la cobertura de hormigón en pilares mixtos.
- **Protección contra incendios:**
 - Tanto para pilares como para vigas, los conectadores Hilti X-HVB pueden ser utilizados para asegurar la conexión entre el alma de un perfil metálico y la cobertura de hormigón de protección contra el fuego.
- **Resistencia frente a acciones horizontales:**
 - Los conectadores Hilti X-HVB pueden servir para transmitir los esfuerzos de viento entre vigas metálicas y una losa de hormigón, así como entre la losa y los sistemas de arriostramiento.

4. Descripción del sistema

4.1. Introducción

Los conectadores Hilti X-HVB se instalan clavándose con el sistema de disparo Hilti DX, que goza de décadas de exitosa experiencia a sus espaldas. Se trata de un sistema rápido y económico por ser independiente del suministro eléctrico, que destaca por su facilidad de puesta en obra, lo que permite que cualquier trabajador con un rapidísimo entrenamiento, sea capaz de instalar los conectadores con total seguridad y fiabilidad.

Asimismo, los conectadores Hilti X-HVB pueden ser empleados en prácticamente cualquier condición climática, por adversa que sea: lluvia, niebla, polvo, condensación, frío... ninguna circunstancia perjudica la calidad de la fijación. La inspección de la fijación se comprueba en obra de forma visual e inmediatamente después de realizada, lo que representa otra ventaja importante del sistema.

4.2. Elementos principales

Distinguiendo entre aquellos elementos que proporcionan resistencia al conjunto, de los que son necesarios simplemente para la colocación, el sistema se compone de los siguientes elementos:

a) Resistentes

- **Conector X-HVB** en sus diferentes versiones.

- **Clavos ENPH2-21L15** (otra posibilidad: clavos ENP2-21L15).

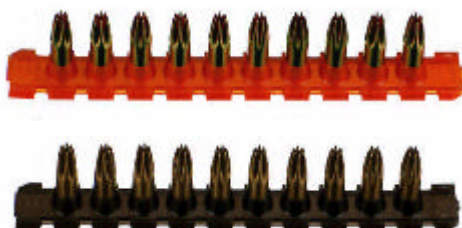
b) De colocación

- **Cartuchos de pólvora calibre 6.8/18 M para Pistola DX750**
- **Pistola DX 750 + Kit conversión 75/HVB**

Los conectadores Hilti X-HVB son unas piezas de acero conformado en frío con geometría general en “L”. Se dispone de una gama con seis tipos de conectadores, los cuales se diferencian fundamentalmente por su altura:

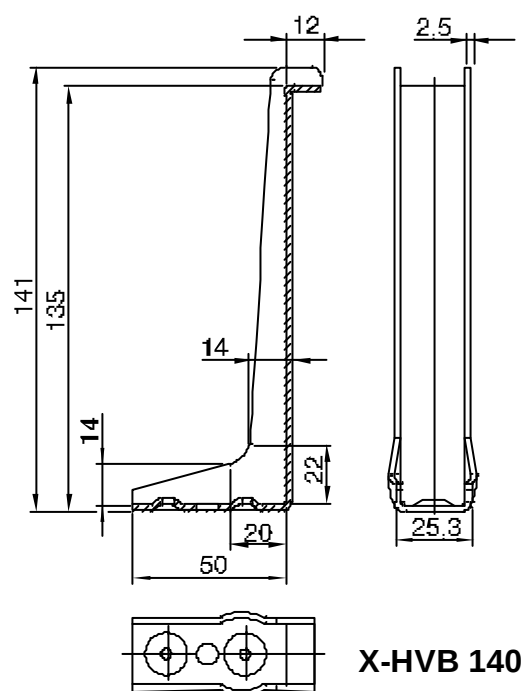
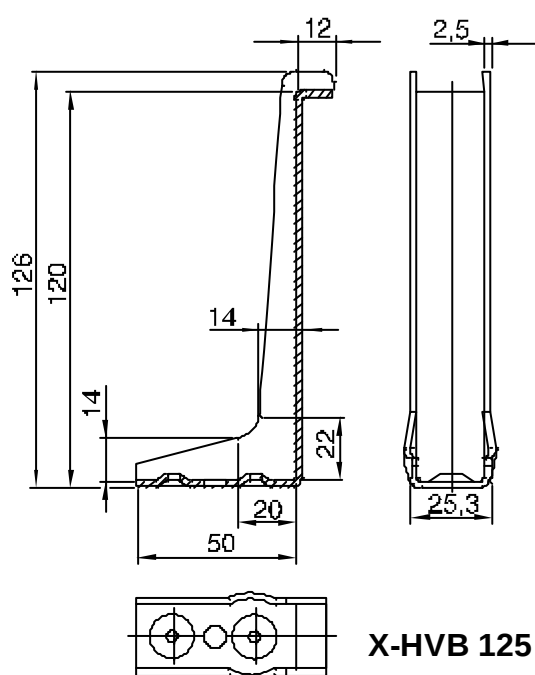
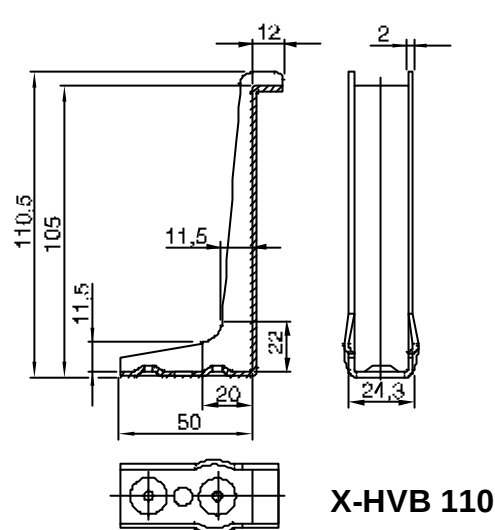
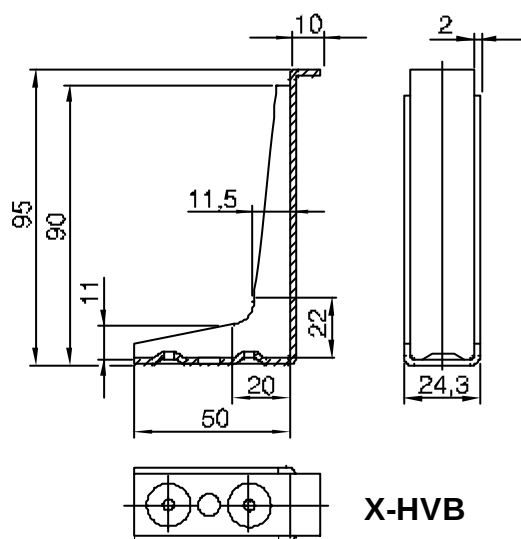
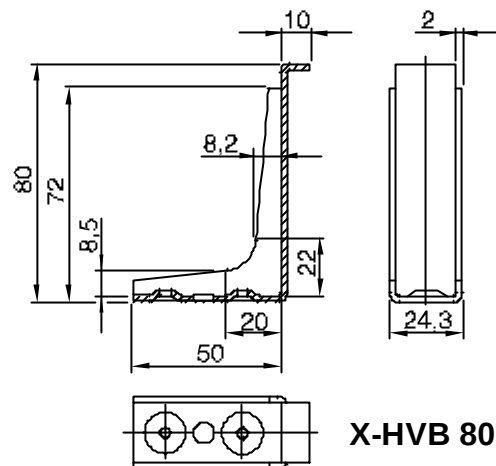
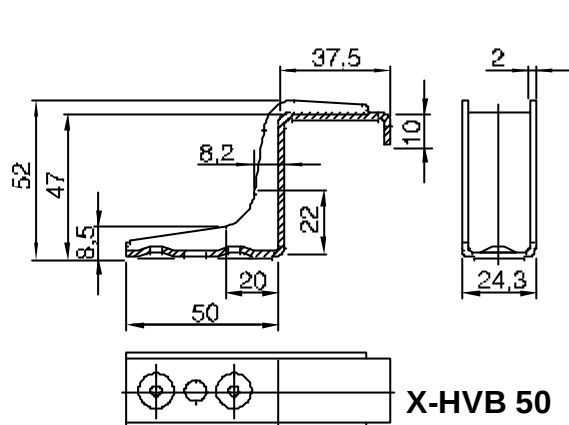
- X-HVB 50
- X-HVB 80
- X-HVB 95
- X-HVB 110
- X-HVB 125
- X-HVB 140

Cada conector se fija con dos clavos ENP2-21 L15 o bien ENPH2-21 L15, los cuales se colocan con la ayuda de una pistola de disparo Hilti DX-750 equipada con una base 75/X-HVB y de un pistón 75/X-HVB. La energía para el disparo de los clavos se obtiene mediante cartuchos de seguridad HILTI de calibre 6.8/18M.



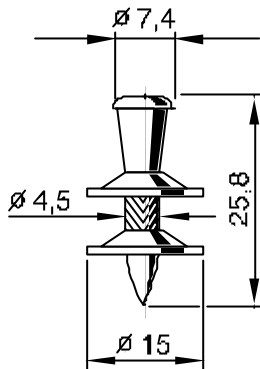
4.3. Conectores Hilti X-HVB

Acero cincado 3mm; Resistencia a tracción mín. = 295 N/mm²

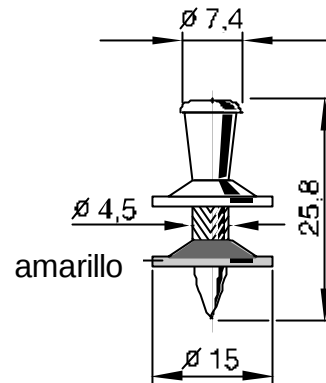


4.4. Clavos Hilti ENP2 - 21L15 y ENPH2 - 21L15

Acero cincado 8-16 mm; Resistencia a tracción mín. = 2.000 N/mm² - 2.200 N/mm²



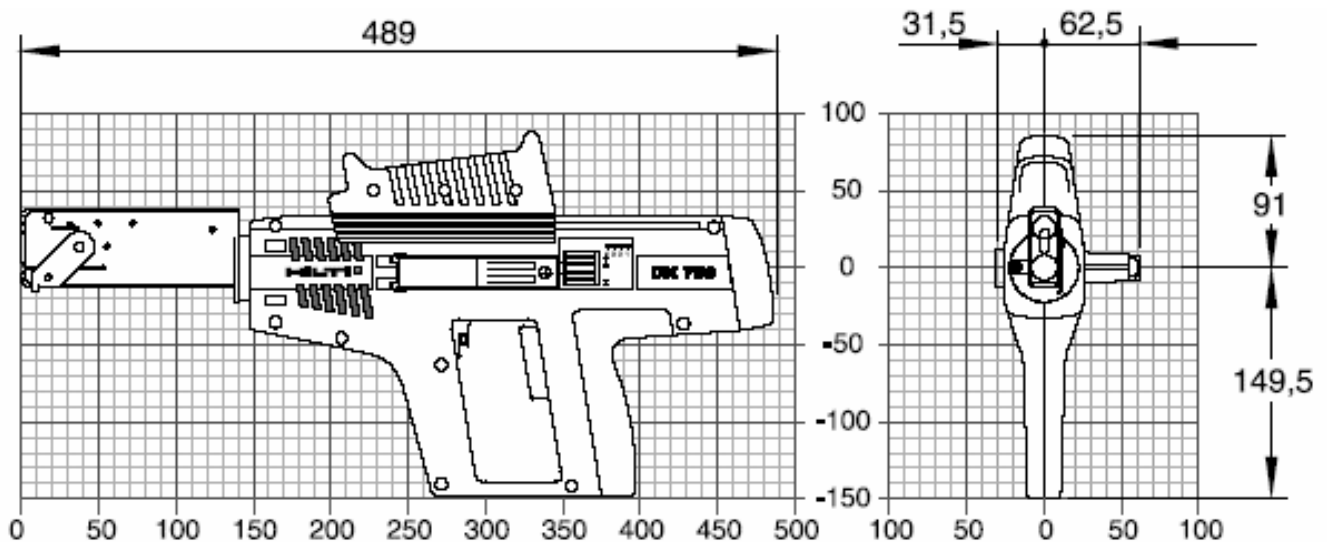
ENP2-21



ENPH2-21

4.5. Pistola DX-750 + Kit Conversión 75/HVB

La pistola DX-750 es una herramienta de 4,6 Kg. de peso y gran potencia para todo tipo de fijaciones de chapa perfilada sobre estructura metálica. Está provista de silenciador y regulador de potencia, para optimizar la colocación del clavo según los diferentes espesores y dureza del acero.



4.6. Cartuchos de Pólvora.

Los cartuchos de seguridad son del calibre 6,8/18 M, y se presentan montados en tiras de 10 unidades. Los cartuchos más adecuados para la fijación de los conectores Hilti X-HVB son los de **color rojo** (muy fuerte) o **color negro** (ultra fuerte).



Cartucho 6.8/18 M

5. Materiales de obra

5.1. Vigas metálicas

Los conectadores Hilti X-HVB se utilizan habitualmente sobre perfiles metálicos laminados en caliente, siendo los más típicos los tipos IPE o HEB. Los tipos de acero previstos son normalmente S235, S275 o en algún caso S355.

Es importante destacar que los valores de resistencia de los conectadores indicados en este manual se aseguran a partir de un **espesor de acero** del ala del perfil al que se fijan los clavos de **al menos 8 mm** (lo que se cumple p.ej. en IPE 180 – HEA 100 – HEB 100).

5.2. Chapa perfilada

La chapa perfilada además de actuar como encofrado del hormigón, puede colaborar con la resistencia de la losa, sustituyendo total o parcialmente a las armaduras de tracción del forjado. El acero utilizado tiene normalmente un límite elástico comprendido entre 235 y 355 N/mm² y un espesor nominal entre 0,70 y 1,30 mm. La chapa cuenta con una capa protectora contra corrosión de galvanizado en caliente por ambas caras.

Con el objeto de aumentar el esfuerzo rasante que las chapas son capaces de transmitir, los fabricantes suelen disponer numerosas indentaciones y resaltos.

5.3. Hormigón armado

El hormigón utilizado debe cumplir con las especificaciones indicadas en las normas de hormigón armado. La resistencia característica en probeta cilíndrica debe estar comprendida normalmente entre 25 y 50 MPa.

Con el objeto de reducir el peso propio, suele emplearse a menudo hormigón ligero, con una densidad del orden de 1.800 kg/m³; aunque un hormigón normal, de 2.400 kg/m³ es igualmente válido.

6. Elección de los elementos del sistema

6.1. Elección del conector

6.1.1. Viga Mixta con losa maciza

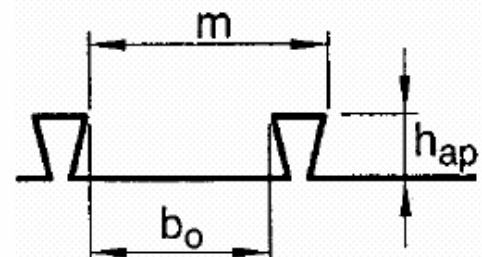
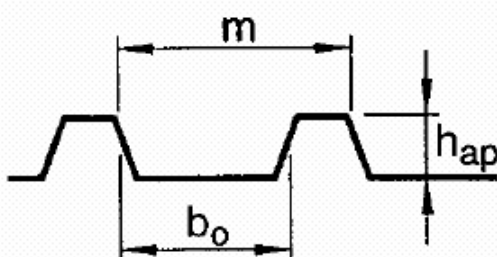
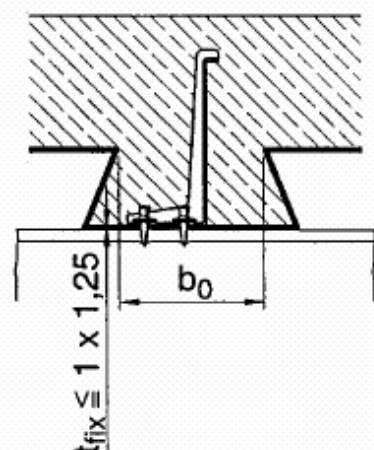
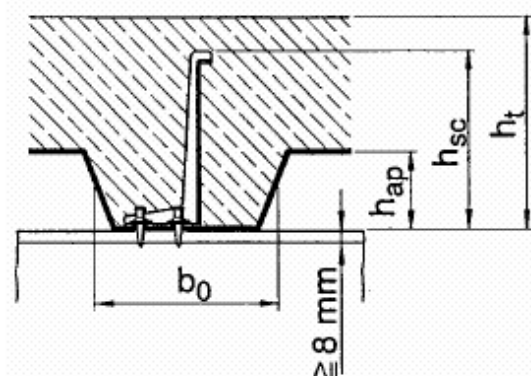
La elección del tipo de conector viene determinada por el espesor de la losa y las condiciones del medio ambiente. Para la construcción de terrazas y balcones a la intemperie es

conveniente no obstante que exista protección de estanqueidad en la cara superior. La siguiente tabla recoge estos aspectos:

Conector	Espesor mínimo de losa h_c (mm)	
	Sin riesgo De corrosión	Con riesgo de corrosión
X-HVB 50	60	70
X-HVB 80	90	100
X-HVB 95	95	115
X-HVB 110	110	130
X-HVB 125	125	145
X-HVB 140	140	160

6.1.2. Viga mixta con chapa perfilada

En el caso de que exista chapa perfilada la altura necesaria del conector no sólo es función del canto o del medio ambiente, como en losa maciza, sino también de las condiciones geométricas de la chapa. La siguiente tabla recogida a continuación indica las condiciones mínimas exigibles:



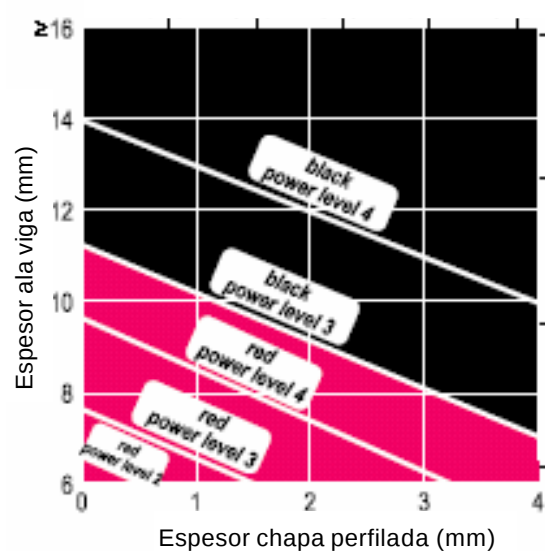
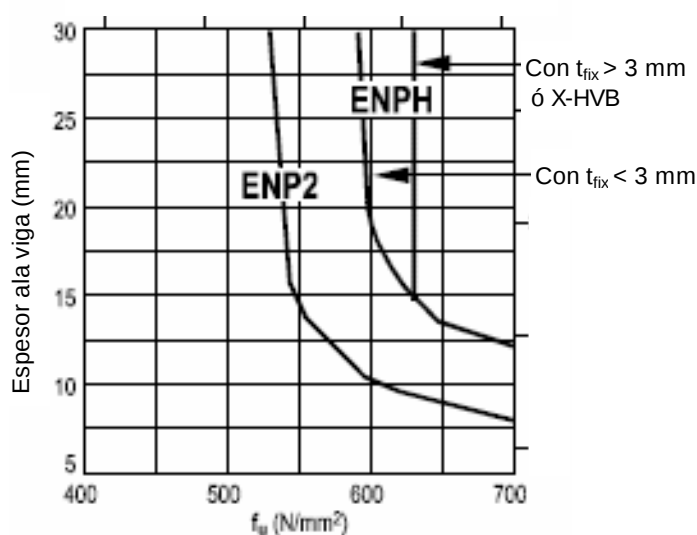
Relación b_o / h_{ap}	Altura del conector sobre nervio $h_{sc} - h_{ap}$
$b_o / h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$
$1,0 < b_o / h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$
$b_o / h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$

6.2. Elección del clavo y del cartucho

La elección del tipo de clavo es función del espesor del ala y de la calidad del acero de la viga metálica sobre la que se fijan los conectores. Los dos clavos ENP2-21 L15 y ENPH2-21 L15 son idénticos geoméricamente pero se diferencian por su dureza; siendo éste último el más duro.

Para aceros S235 y S275 grandes espesores de ala no constituyen en general un problema para una correcta fijación del clavo. No obstante, para aceros S355 conviene evitar fijar los clavos en la zona central de la viga (bajo el alma), y por tanto, se aconseja disponerlos a un lado u otro del alma. Para aceros S355 en espesores de ala mayores de 14 mm consulte con la Oficina Técnica de Hilti.

La elección del tipo de cartucho, al igual que el tipo de clavo, depende del espesor del ala y de la calidad del acero de la viga metálica sobre la que se fijan los conectores, según gráfica adjunta. No obstante, no se trata de límites precisos, y conviene hacer pruebas directamente en obra. Una vez disparado, se ha de comprobar que el clavo sobresalga entre 8,5 y 11 mm sobre el conector.



7. Cálculo de la resistencia

Las resistencias proporcionadas en este manual se refieren a valores de cálculo en el sentido de las indicaciones del EUROCÓDIGO 4 (ENV 1994-1-1:1992). Incluyen un coeficiente de seguridad $\gamma_v=1,25$ y son utilizados para verificar las resistencias en Estado Límite Último.

7.1. Resistencia de los conectores en losa maciza

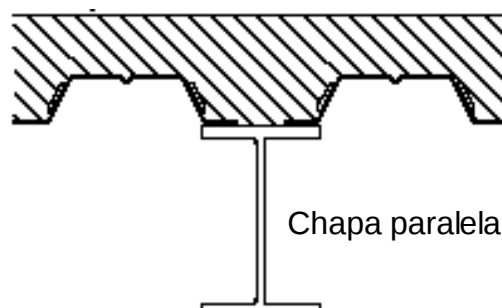
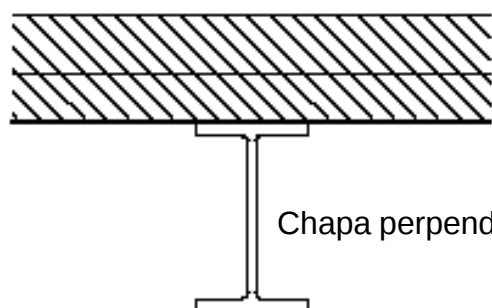
A continuación se recogen en forma de tabla las resistencias de cálculo de los conectores para losa maciza aprobados por SOCOTEC, lo que permite el cálculo según EC-4 (ENV 1994-1-1. Francia). Estos valores han de multiplicarse a su vez por un coeficiente reductor en función de sus condiciones específicas de colocación, ver epígrafe 7.2.

Modelo X-HVB	Resistencia de Cálculo $P_{Rd,el}$ (kN) Cálculos en régimen elástico		Resistencia de Cálculo $P_{Rd,pl}$ (kN) Cálculos en régimen plástico	
	Hormigón Normal	Hormigón Ligero	Hormigón Normal	Hormigón Ligero
X-HVB 50	14	12	18	16
X-HVB 80	14	12	18	16
X-HVB 95	22	20	28	25
X-HVB 110	22	20	28	25
X-HVB 125	24	20	30	25
X-HVB 140	24	20	30	25

NOTA: Para un hormigón de resistencia característica a compresión $25 < f_{ck} < 50 \text{ N/mm}^2$

7.2. Resistencia de los conectores con chapa perfilada

En el caso de forjados mixtos con chapa perfilada es preciso multiplicar los valores de la tabla anterior por un *coeficiente de reducción*: K_t si la chapa perfilada se dispone perpendicularmente a la viga; o bien, K_p si la chapa perfilada se dispone paralelamente a la viga.



7.2.1. Nervios de la chapa perfilada perpendiculares a la viga

Relación b_o / h_{ap}	Altura del conector sobre nervio $h_{sc} - h_{ap}$	Factor reductor K_t
$b_o/h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$	$K_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{b_o}{h_{ap}} \cdot \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$
$1,0 < b_o/h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	
$b_o/h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	$K_t = 0,6 \cdot \frac{b_o}{h_{ap}}$
NOTAS: N_r es el número de conectadores por onda. $N_r < 3$ en la fórmula aunque las fórmulas son válidas hasta 3 conectadores por onda. Comprobar la limitación $K_t < 1,0$.		

7.2.2. Nervios de la chapa perfilada paralelos a la viga

Relación b_o / h_{ap}	Altura del conector sobre nervio $h_{sc} - h_{ap}$	Factor reductor K_p
$b_o/h_{ap} > 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$	$K_p = 0,6 \times \frac{b_o}{h_{ap}} \times \frac{h_{sc} - h_{ap}}{h_{ap}}$
$1,0 < b_o/h_{ap} < 1,8$	$h_{sc} - h_{ap} > 35 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	
$b_o/h_{ap} < 1,0$	$h_{sc} - h_{ap} > 50 \text{ mm}$ y $h_{sc} > 1,7 \cdot h_{ap}$	$K_p = 0,6 \times \frac{b_o}{h_{ap}}$
NOTAS: Fórmulas son válidas hasta 3 conectadores por onda. Comprobar la limitación $K_p < 1,0$.		

8. Disposición de los conectadores

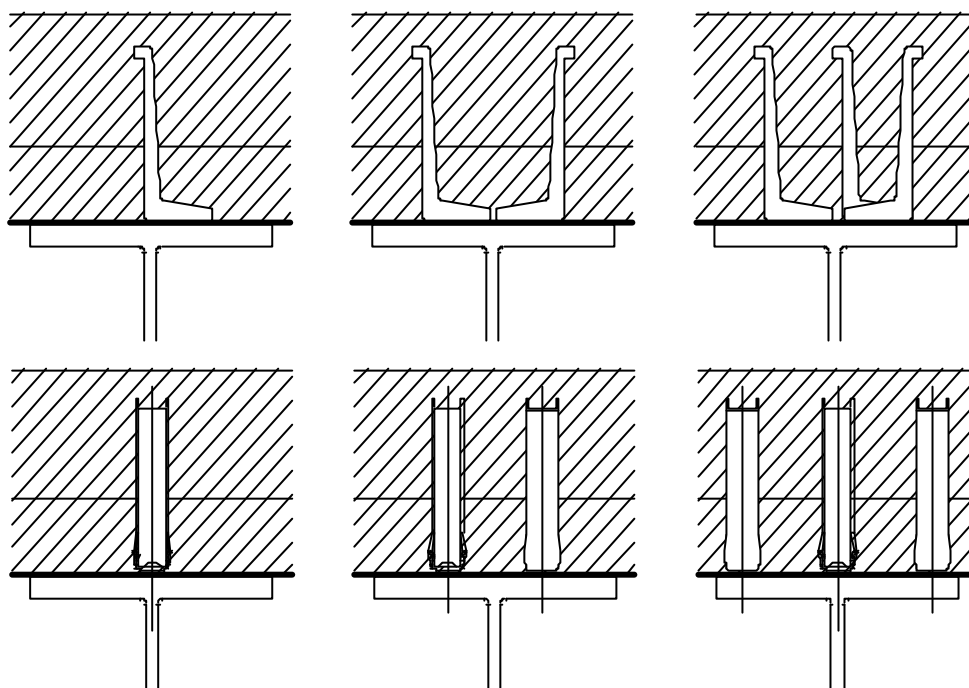
8.1. Clasificación de las chapas

Las chapas perfiladas a efectos de colocación de los conectadores se clasifican en tres tipos: compacto, semi-compacto y esbelto. Según la nomenclatura indicada anteriormente:

Tipo de Chapa Perfilada	Características geométricas		Ejemplos
	Relación b_o / m	Relación b_o / h_{ap}	
Compacta	$0,7 < b_o / m < 0,8$	$b_o / h_{ap} > 1,8$	Cofrasta 40
Semi-compacta	$0,5 < b_o / m < 0,6$	$1,3 < b_o / h_{ap} > 1,8$	Cofrasta 70
Esbelta	$b_o / m < 0,4$	$0,8 < b_o / h_{ap} < 1,3$	Haircol 59

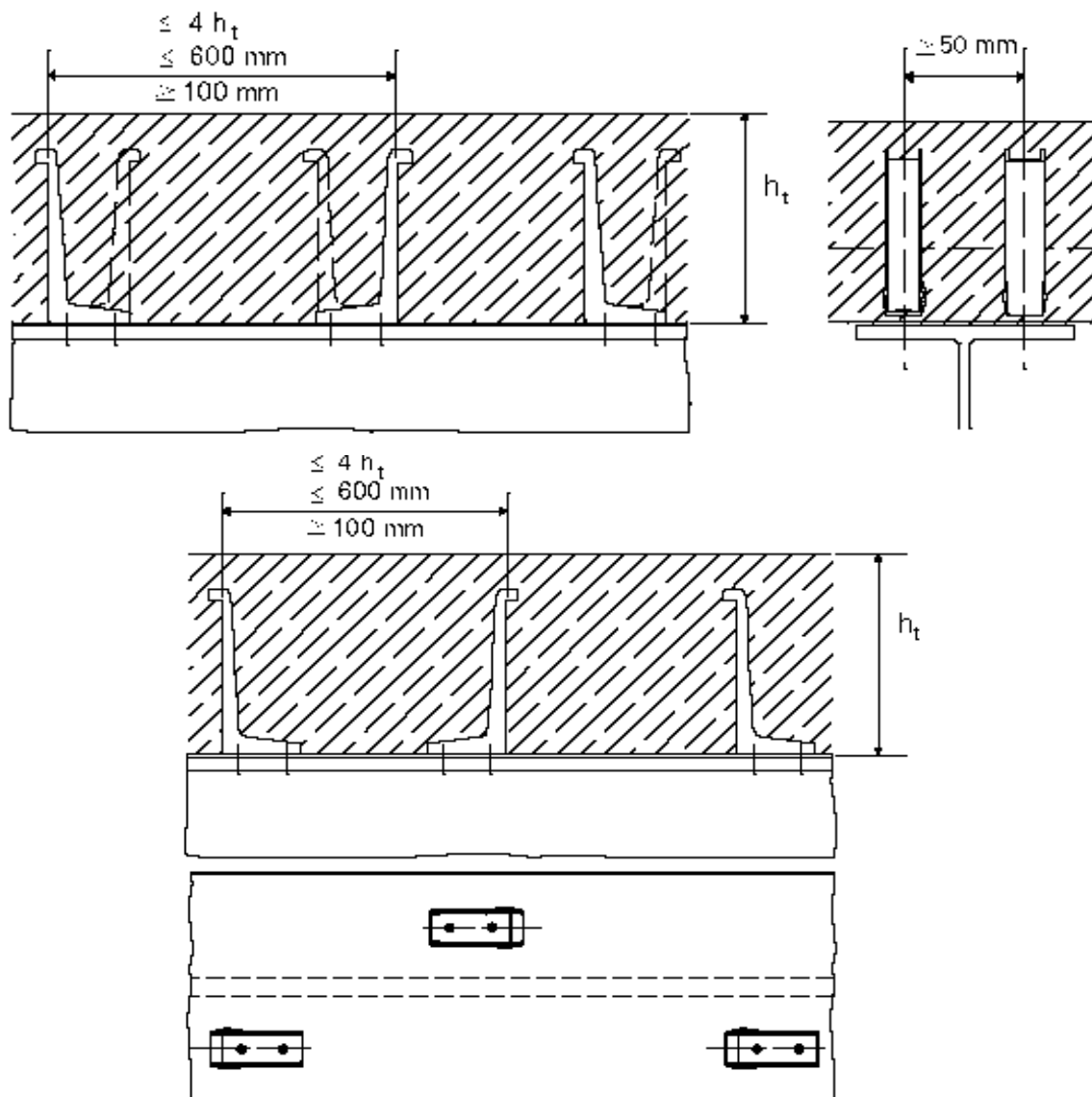
8.2. Reglas generales

- Posición del conector con relación a la viga: los conectores se pueden colocar con su plano medio paralelo al alma de la viga o perpendicularmente a la misma.
- Posición del conector con relación a la chapa perfilada: los conectores se pueden colocar, salvo condicionante particular, de forma paralela o perpendicular a la chapa perfilada. Se contempla la posibilidad de colocar hasta tres conectores por onda.



- Separación entre conectores perpendicular a la viga: Perpendicularmente a la viga, los conectores deben distar entre sí al menos 50 mm (con o sin chapa perfilada). En el caso de chapa perfilada semi-compacta o esbelta perpendicular a la viga (o en el caso en el que $h_{ap} > 51 \text{ mm}$) dicha separación mínima será 100 mm.
- Separación entre conectores longitudinal a la viga: Longitudinalmente a la viga, los conectores deben distar entre sí como mínimo 100 mm (con o sin chapa perfilada); y como máximo el menor valor entre $4 \cdot h_c$ o 600 mm, a menos que la rigidez de la cabeza del forjado sea capaz de resistir el pandeo.
- Se recomienda alternar el sentido de los X-HVB, tanto en posición longitudinal como sobre el alma, alternativamente de izquierda a derecha, asegurando así la simetría del conjunto.
- En ningún caso, es recomendable que los clavos disten menos de 15 mm del borde libre del ala de la viga metálica. Esta situación puede darse con frecuencia en obras de rehabilita-

ción, (donde habitualmente se usa losa continua), en el que los anchos de las alas son pequeños. En ese caso, póngase en contacto con la oficina técnica de Hilti Española.



8.3. Viga mixta con losa maciza

Además de las condiciones generales citadas anteriormente, en ocasiones puede ser recomendable colocar los conectores girados entre 30° y 45° con respecto al eje de la viga de manera alternada (p.ej. uno $+30^\circ$ y el siguiente -30°). De esta manera se asegura una buena simetría de la conexión y de todo el conjunto.

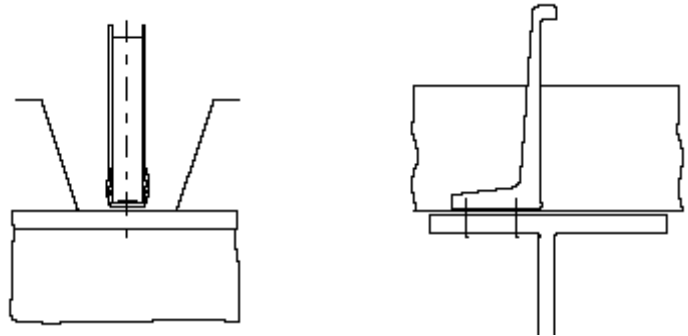
Esto es especialmente interesante en los casos en que la fijación sobre el alma de la viga presenta dificultades, puesto que permite disponer cada clavo a un lado del alma.

8.4. Chapa perfilada perpendicular a la viga

8.4.1. Chapa perfilada sin resaltos en el valle

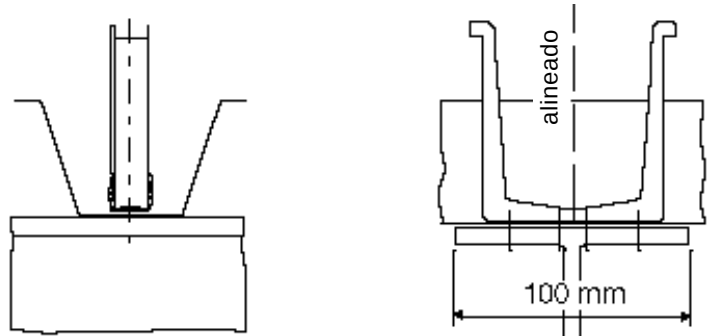
Caso de un conector por onda

- Los conectores se han de disponer en la mitad del valle de las ondas de la chapa perfilada, y paralelamente a la dirección de las mismas. El cuerpo del conector debe estar alineado sobre una de las caras del alma.
- Si el plano del conector va paralelo a la viga, éste se debe situar aplomado con respecto al alma de la misma. En caso de que la colocación en esta posición presente dificultades, se aconseja colocar los conectores alternados y decalados, izquierda-derecha de manera alternativa, de modo que se conserve la simetría general de la conexión.



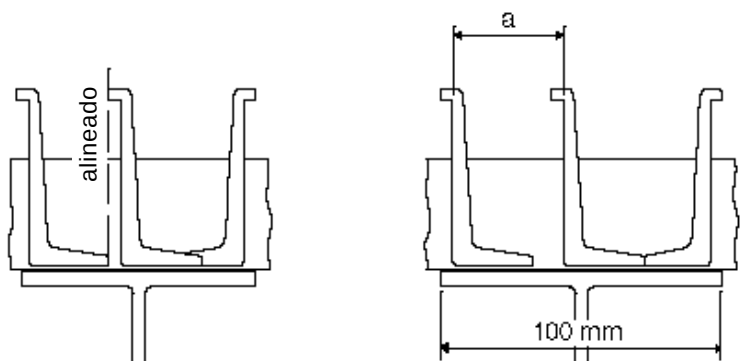
Caso de dos conectores por onda

- Conviene disponer los cuerpos de los conectores “hacia el exterior” de la viga, y de tal modo que los pies estén en contacto. En tal caso, la anchura mínima del ala del perfil debe ser 100 mm.
- En cualquier caso, la disposición de los conectores debe ser simétrica con relación al plano medio de la viga.



Caso de tres conectores por onda

- Conviene disponer el cuerpo de un conector alineado con una de las caras del alma, y los otros dos conectores, de tal modo que similarmente al caso de dos conectores por onda, sus cuerpos se disponen hacia el exterior de la viga.



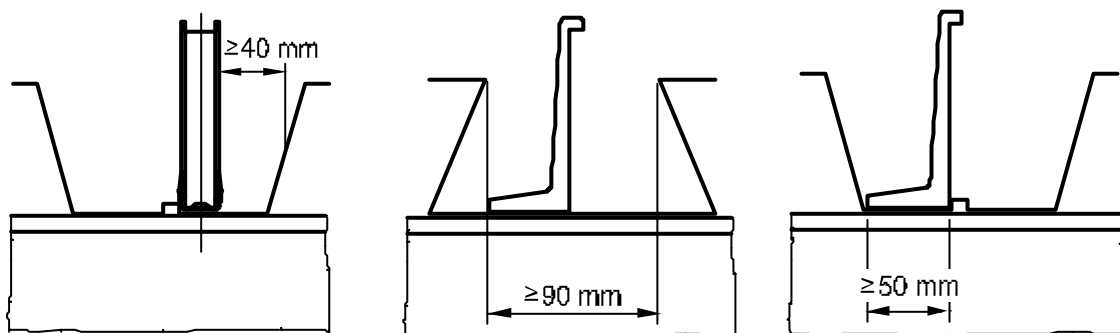
- En chapas perfiladas compactas la separación mínima entre cuerpos debe ser mayor de 50 mm. En chapas perfiladas semi-compactas y esbeltas dicha separación será mayor de 100 mm. La anchura mínima del ala de la viga debe ser 100 mm.

8.4.2. Chapa perfilada con resaltos en el valle

En general los conectadores se deben disponer en alternancia a un lado y a otro del resalto en el valle. Normalmente no es posible situar los conectadores perpendicularmente a las ondas salvo en el caso en el que los resaltos del valle sean deformables y/o haya suficiente espacio en los valles para colocar los conectadores.

Caso de un conector por onda

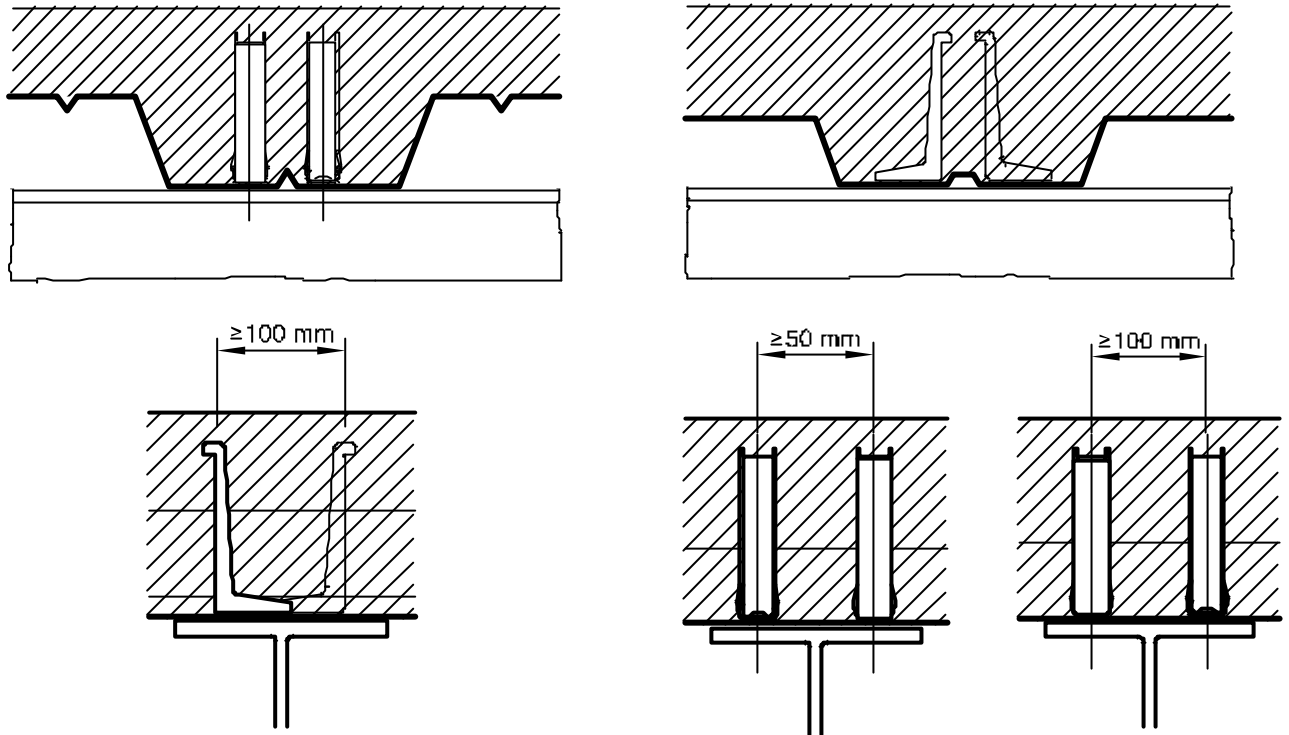
- Con el conector paralelo a la dirección las ondas, se debe colocar éste enrasado con respecto al resalto, respetando una separación ≥ 40 mm respecto al lado del nervio, y sobre el alma de la viga.
- Si el conector se dispone perpendicular a los nervios, la separación media (perfil abierto) o mínima (perfil cerrado) será $b_0 \geq 90$ mm. Si existe resalto interior, son necesarios como mínimo 50 mm a cada lado.
- En caso de que no sea posible respetar estos requisitos, se recomienda colocar dos conectadores Hilti X-HVB por onda.



Caso de dos conector por onda

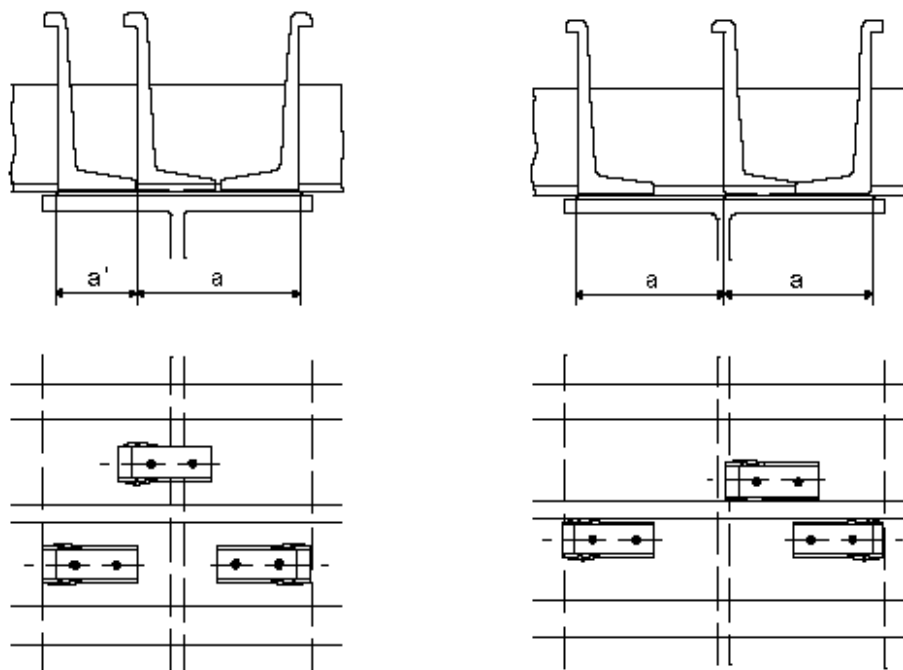
- Se recomienda disponer los conectadores simétricamente a cada lado del resalto del valle de la chapa perfilada, con sus cuerpos situados, a ser posible, perpendicularmente al alma de la viga, y “hacia el exterior” de la misma (*orientación transversal*).
- Es posible disponer los conectadores con su cuerpo paralelo a la viga (*orientación longitudinal*), no obstante, si los ondas son demasiado estrechas se recomienda emplear la orientación transversal del conector con respecto a la viga.

- La orientación longitudinal sólo se permite si $b_o > 60$ mm. En tal caso, debe respetarse una separación transversal de 50 mm (chapas perfiladas compactas) o 100 mm (chapas perfiladas semi-compactas o esbeltas).



Caso de tres conectador por onda

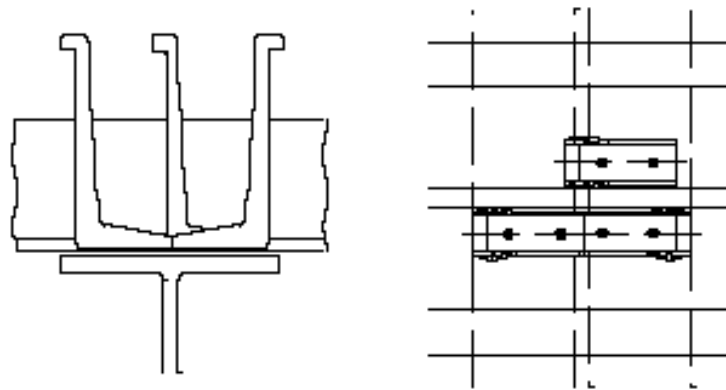
- Se han de respetar las condiciones anteriormente comentadas para el caso de 3 conectadores por onda en el caso de chapa perfilada sin resaltes. Además:



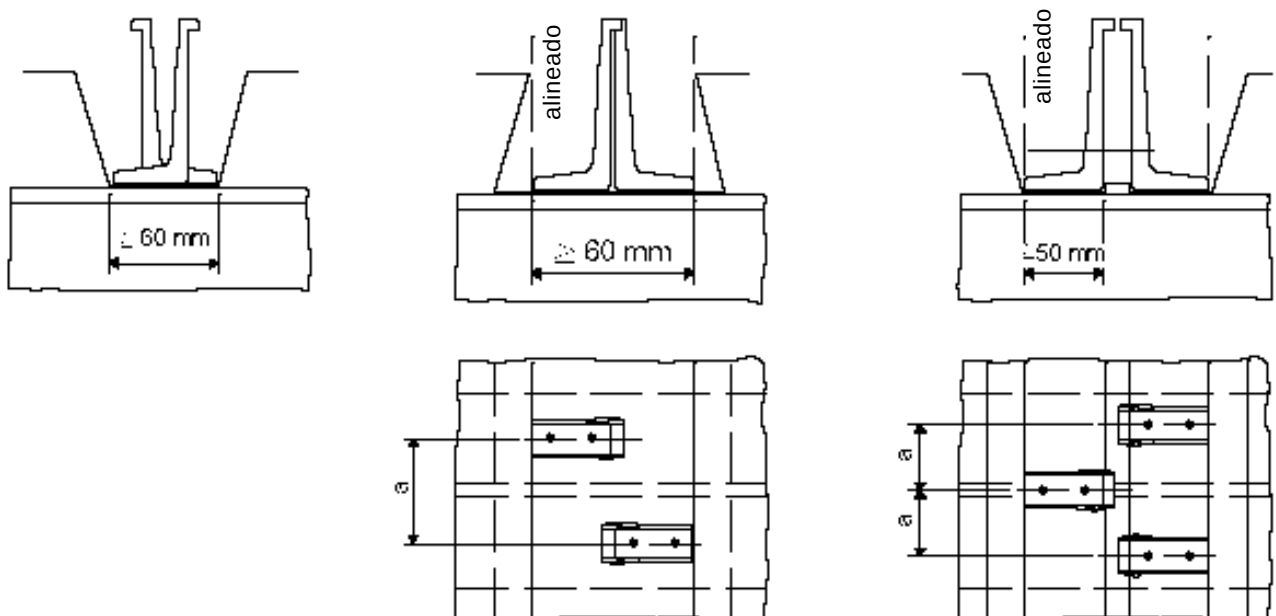
- En chapas perfiladas compactas la separación mínima entre cuerpos debe ser mayor de 50 mm. En chapas perfiladas semi-compactas y esbeltas $a > 100$ mm.

8.4.3. Casos particulares

- Un caso particular consiste en colocar dos o tres conectadores por onda en un ancho de ala reducido, (inferior a 100 mm). Se admite en chapas perfiladas compactas, para todas las alturas de onda; y en chapas semi-compactas y esbeltas si $h_{ap} < 51$ mm.
- Los cuerpos de los conectadores se han de colocar simétricamente con respecto al eje medio de la viga.

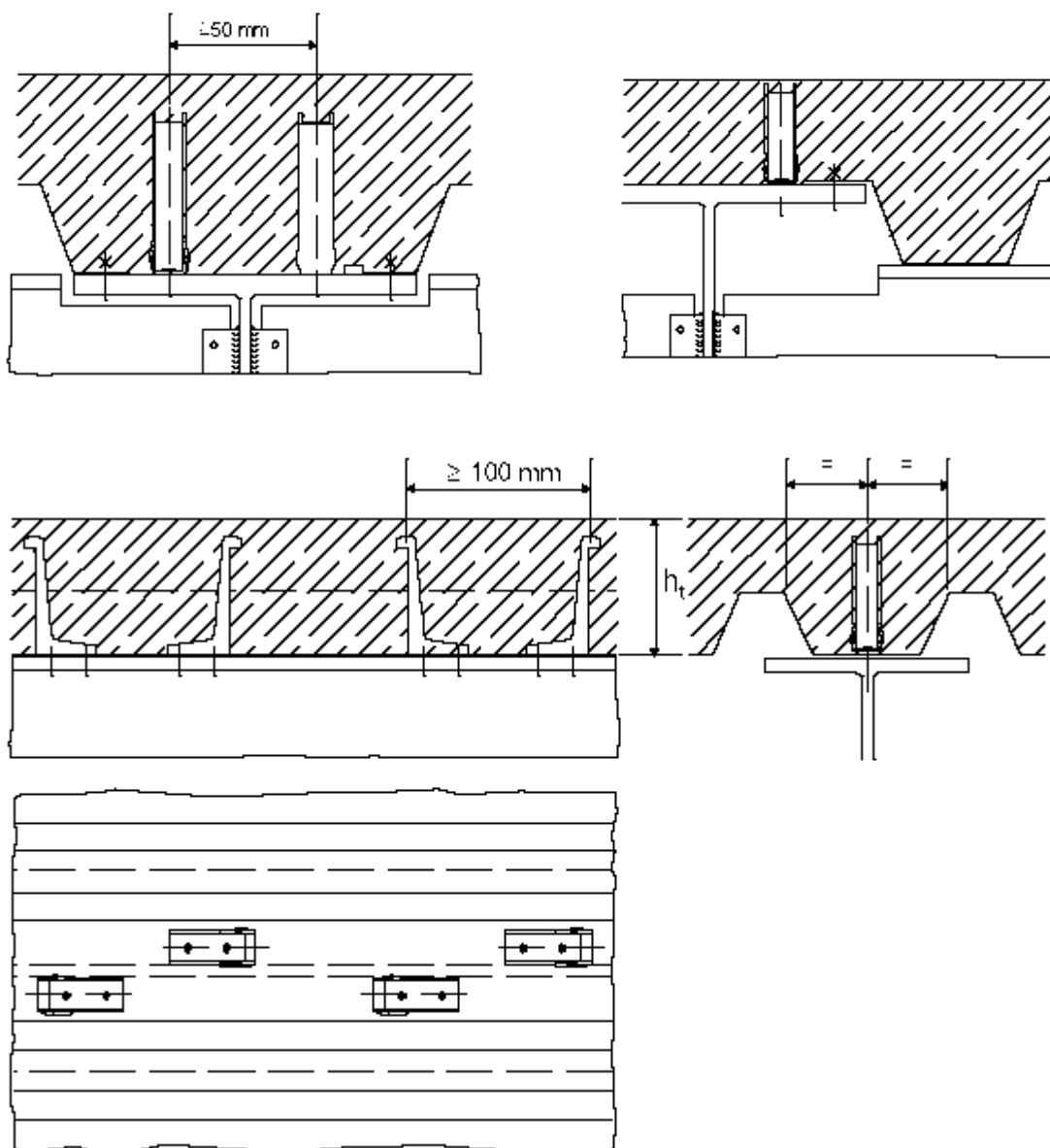


- La disposición de conectadores perpendicular a la dirección de las ondas sólo es posible en algunas ocasiones. Es preciso que el valle de la onda sea suficientemente amplio o que los resaltos de la chapa sean suficientemente deformables. Para casos de dos o tres conectadores por onda, se debe respetar lo indicado en la figura siguiente:



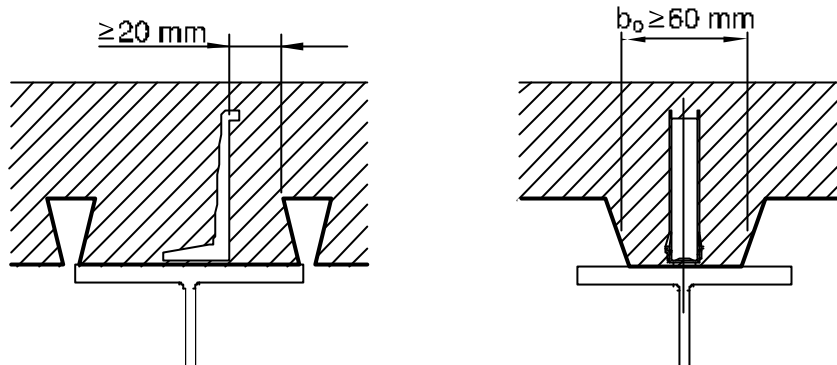
8.5. Chapa perfilada paralela a la viga

En las vigas principales las chapas perfiladas son en general paralelas a las mismas. Los conectadores se deben colocar preferentemente de forma paralela a la viga. Alternando el sentido de los mismos de fila a fila.

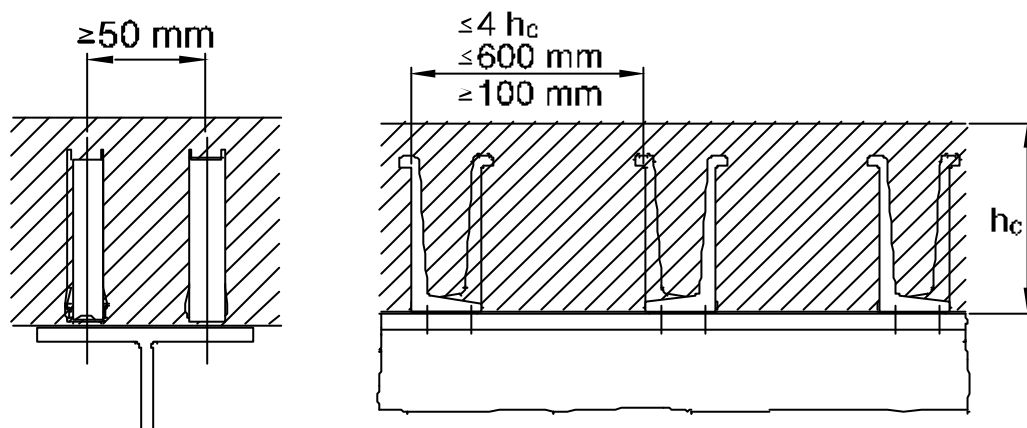


- La separación mínima entre conectadores, medida transversalmente a la viga es de 50 mm; y medida paralelamente a la viga de 100 mm.
- Por su parte, la separación máxima entre conectadores, paralelamente a viga, será el menor de los siguientes valores: 4 veces el espesor de la losa; 600 mm.
- Se recomienda disponer los conectadores en oposición; es decir, uno mirando hacia un apoyo y el siguiente hacia el apoyo opuesto.

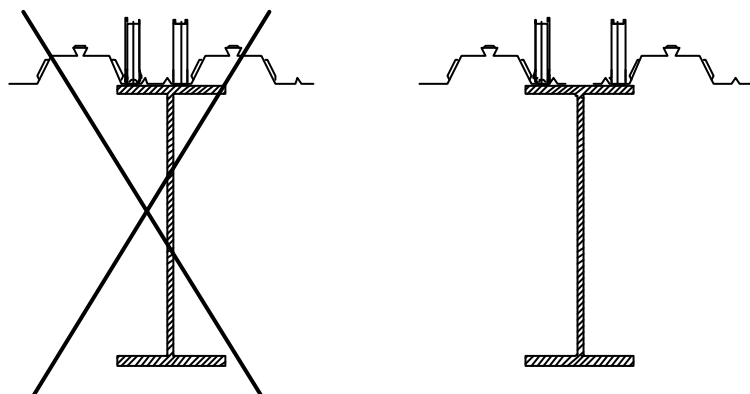
- Si se encuentran problemas de colocación en la zona del alma de la viga, se aconseja decalar los conectores alternativamente con respecto al alma de la viga, conservando siempre la simetría.



- Ha de respetarse una mínima distancia entre el conector y el extremo de la onda de 20 mm, y respecto a la chapa se ha de verificar en general $b_0 > 60$ mm.



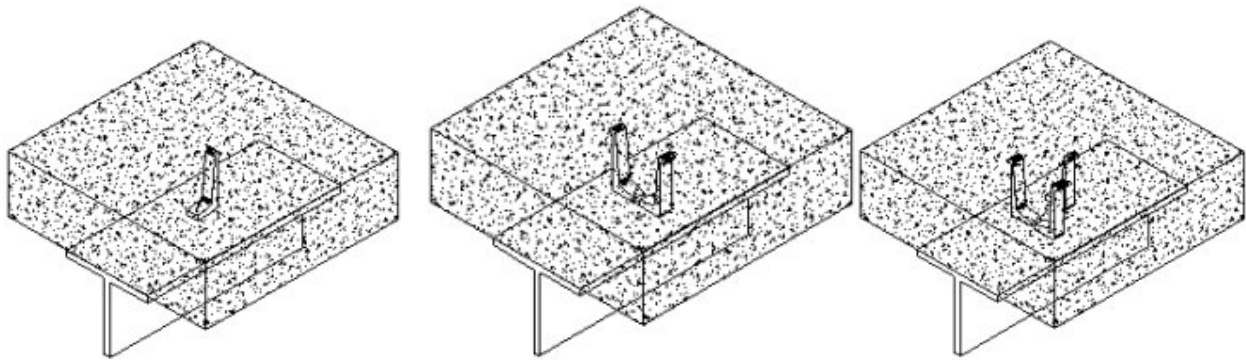
- Si las separaciones/distancias indicadas anteriormente no son posibles, se recomienda cortar la chapa en las vigas. Si las vigas principales no están a la misma cota que las vigas secundarias, dicha división es siempre necesaria. La chapa así cortada se debería siempre clavar inmediatamente después de su colocación con los propios clavos utilizados para clavar los conectores. Los conectores X-HVB se pueden colocar entre los clavos o directamente en la viga si hay espacio suficiente.



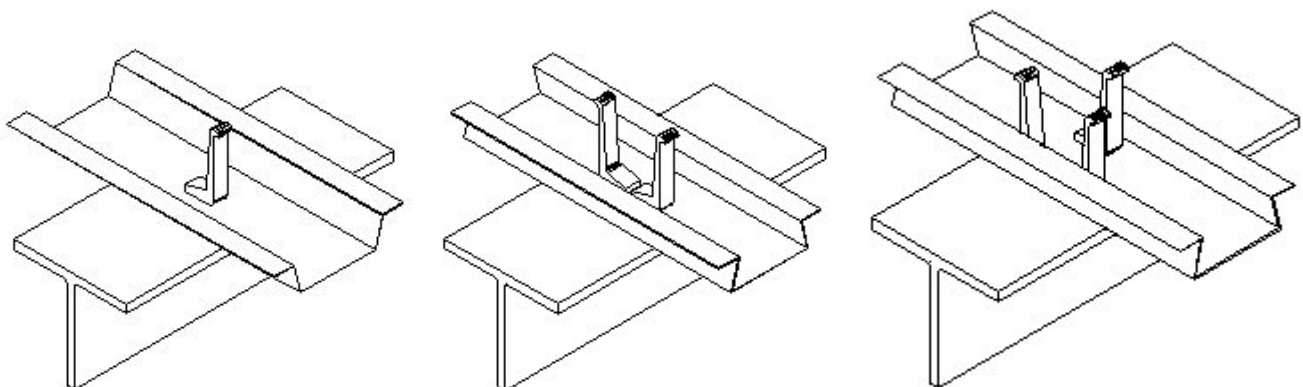
9. Ejemplos de disposición

A continuación se presentan algunas figuras que ilustran el proceso de instalación en los casos antes desarrollados:

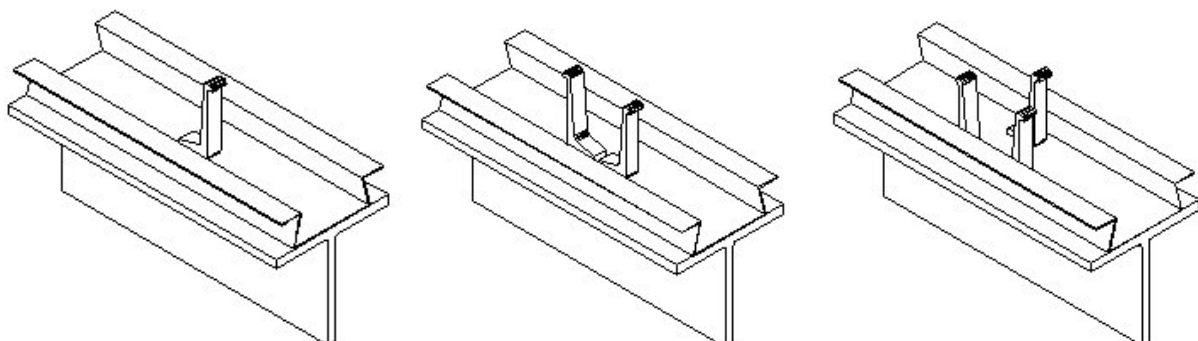
Losa maciza:



Chapa perpendicular a la viga:



Chapa paralela a la viga:



10. Montaje de chapas perfiladas

A continuación se dan una serie de recomendaciones sobre el montaje de chapas perfiladas, así como los espesores máximos de chapa que pueden ser colocados con este sistema y las condiciones de solape de las chapas perfiladas sobre las vigas metálicas:

Máximo espesor de chapa perfilada:

- El espesor máximo de chapa para los que se garantizan cargas es: < 2,0 mm para X-HVB 50-110; < 1,5 mm para X-HVB 125-140.

Solape de chapas:

- No es recomendable que los conectores atraviesen más de una chapa. Dicho de otro modo, no se han de disponer conectores en zonas de solape de chapa.
- Para evitar el solape se debe replantear correctamente la longitud de cada chapa, de cara a cumplir las condiciones antes señaladas. Si fuera imprescindible disponer conectores en una zona de posible solape, se deberán cortar las chapas de modo que en la junta éstas queden enfrentadas y no solapadas.
- En caso de que se realice solape en la zona de colocación de los conectores (lo cual, como se dijo, no se recomienda) es estrictamente necesario asegurar la perfecta compresión de las chapas entre ellas con la condición de que el máximo espesor no sobrepase los valores antes comentados.
- La siguiente foto muestra la forma adecuada en la que se debe realizar la junta en la zona de solape, y como no debe realizarse. En la segunda foto la falta de planeidad de las chapas en su contacto impide la correcta colocación, por exceso de espesor.



CORRECTO



INCORRECTO

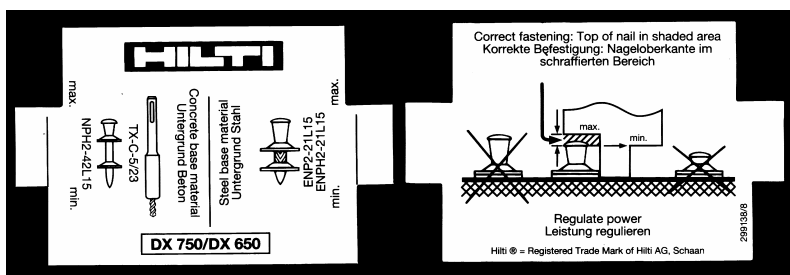
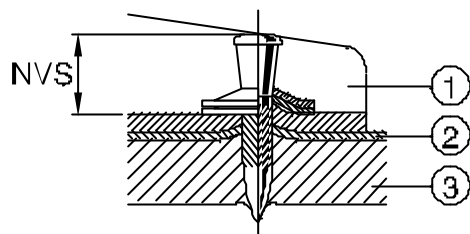
Fijación de chapas:

- Previamente a la colocación de los conectores Hilti X-HVB, es aconsejable a nivel de montaje, inmovilizar las chapas en su posición definitiva. Se trata de evitar un levantamiento accidental por acción del viento, un desplazamiento lateral, o una posible caída de los operarios.
- En su apoyo sobre las vigas metálicas de la estructura, las chapas deben quedar aseguradas con clavos o tornillos. Los mismos clavos utilizados para instalar los conectores son perfectamente válidos. Se aconseja disponer como mínimo dos puntos de fijación por cada extremo del perfil, siendo recomendable no obstante fijar de igual modo todos los apoyos intermedios.
- Las propias chapas perfiladas, en zonas de solape, deben ir cosidas con tornillos autotaladrantes rosca-chapa MD 51 Z 4,8x20 con la **atornilladora Hilti ST1800** cada 50 cm en caso de dos apoyos, o cada 100 cm en tramos continuos. Estas fijaciones mantienen la unión de las chapas cuando éstas han de soportar el peso del hormigón fresco.

Tornillo	S-MD 51 Z 4.8 x 20
Punta del tornillo	01 autotaladrante
Diámetro del tornillo	4.8 mm
Composición del material	Carbón, Galvanizado DIN 17210
Ancho de llave SW	8 mm
Configuración de la cabeza	Hexagonal
Tamaño de la arandela	16 mm de diámetro
Recubrimiento	Cincado
Longitud	19 mm
Capacidad de perforación	2.75 mm



11. Control de ejecución



- La posición de los X-HVB debe estar conforme a los planos de estructura/chapa
- El control de la altura del clavo sobre la chapa perfilada permite realizar un control sobre la penetración de estos:
 - NVS = 8,5-11 mm
 - Se debe usar la plantilla de control de la altura.

NOTA: Para la obtención de las lengüetas de control de altura póngase en contacto con la red

Apariencia de la fijación		Altura del cabeza del clavo correspondiente	Medidas a adoptar si NVS es incorrecto
Marca del pistón fuerte Daños en la arandela		NVS < 8,5	Reducir la potencia de la máquina o cambiar a un cartucho más débil
Marca del pistón ligera o sin marca Sin daños en la arandela		8,5 < NVS < 11	Correcto
Las arandelas quedan separadas		NVS > 11	Incrementar la potencia de la máquina o cambiar a un cartucho más potente

NOTA: En la colocación de los X-HVB una potencia baja es peor que una demasiado alta comercial.

Además de este control se pueden realizar otros ensayos en obra que a continuación se desarrollan:

- Control mediante golpeo con martillo, del sonido: se produce una variación apreciable cuando la colocación es correcta o incorrecta.
- Ensayos in situ: se procede a la extracción de los clavos ENP2-21 L15 ó ENPH2-21 L15.

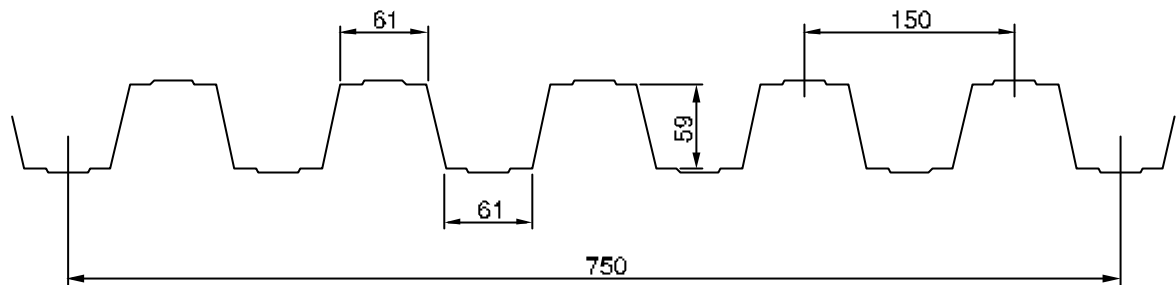
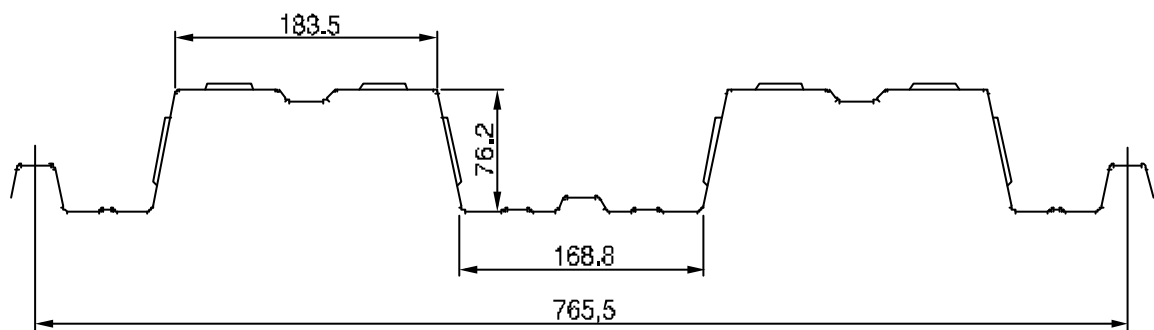
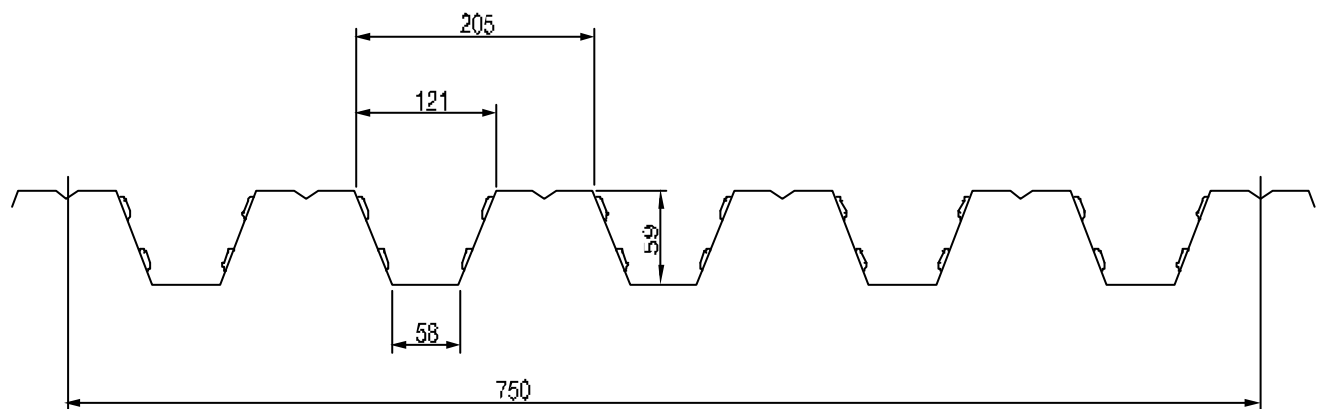
Cuando el valor de extracción supera el valor de extracción de 10 kN normalmente se puede considerar que la micro-soldadura se ha realizado correctamente y por tanto el valor de diseño del conector alcanza su valor máximo, no siendo necesario revisar el diseño de la conexión.

Si este valor es inferior a 10 kN, se ha de aumentar este control para ver si el problema es local. En caso de que se observen problemas generalizados se calculará el valor de extracción y se procederá al rediseño de la conexión. En estos casos también habría que revisar el procedimiento de ejecución por si hubiera errores en ésta.

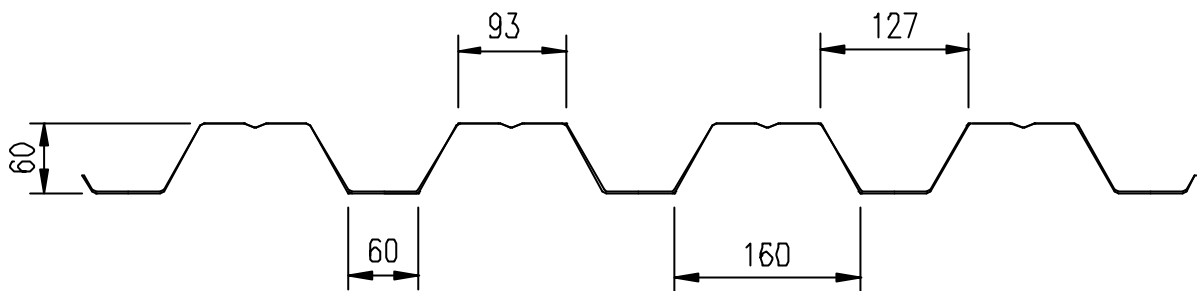


12. Lista de Informes y Homologaciones

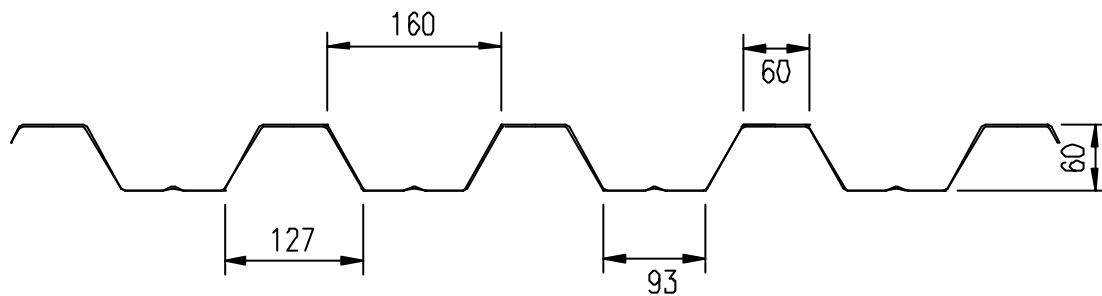
"Push-out" Versuche mit X-HVB 110	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar la influencia de una modificación de los conectadores X-HVB.
Essais "Push-out" X-HVB 110	
Essais "Push-out" X-HVB et toles profilées	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar la influencia de la posición transversal o longitudinal de los X-HVB.
Essais "Push-out" HVB 80 et beton léger	Ensayos Push-Out del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para determinar el comportamiento de los X-HVB 80 en forjados de rehabilitación.
Summary of HVB Push-out Tests	Resumen de los principales ensayos "Push-out" sobre los conectadores X-HVB.
Behaviour&Strength of Steel to Concrete Connection using HILTI X-HVB Shear Connectors (AISC-Design)	Homologación del Instituto ICOM de Construcción Metálica, de la EPFL, para el uso de X-HVB según el AISC American Institut for Steel Construction.
Verhalten und Festigkeit von HVB-Verdübelung für Stahlverbundkonstruktionen	Comportamiento y resistencia de la conexión acero – hormigón de los conectadores X-HVB, según criterios de diseño del Eurocódigo 4 para Estructuras Mixtas
Behaviour&Strength of Steel to Concrete Connection using HILTI X-HVB Connectors (EC4)	
Comportement et résistance de la liason acier béton à l'aide de les connecteurs HVB (EC4)	
Travi composte di acciaio e calcestruzzo Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni	Normativa Italiana "Vigas compuestas de acero y hormigón. Instrucción para el empleo en la construcción".
Verordnung der Stadt Wien, Zulassung der HVB (Grunddokument)	Homologación Austriaca para utilización de los conectadores X-HVB
Verordnung der Stadt Wien, Zulassung der HVB (Aenderung/Verlängerung)	
ÖNORM ENV 1994-1-1	Homologación Austriaca para utilización de los conectadores X-HVB según indicaciones de Eurocódigo 4
Stahlbautabellen; Schweizerische Zentralstelle für Stahlbau	Tablas para la Construcción Metálica con valores de carga de conectadores, del Instituto Suizo de Construcción Metálica
Tables pour la construction métallique	
SOCOTEC Cahier des charges des connecteurs HVB	Homologación Francesa SOCOTEC para el uso de conectadores X-HVB en forjados mixtos de losa maciza y/o de chapa colaborante
SOCOTEC Cahier des charges d'Utilisation en Rehabilitation des connecteurs X-HVB	Homologación Francesa SOCOTEC para el uso de conectadores X-HVB en forjados mixtos típicos de rehabilitación.
SCI 124, Fire Resistance of Web-Infilled Steel Columns (studs & HVB)	Resistencia al fuego de columnas mixtas del Instituto Británico de Construcción Metálica

ANEJO 1. GEOMETRÍA DE CHAPAS PERFILADAS**ACERALIA: PL 59****ACERALIA: PL 76****EUROPERFIL: HAIRCOL 59**

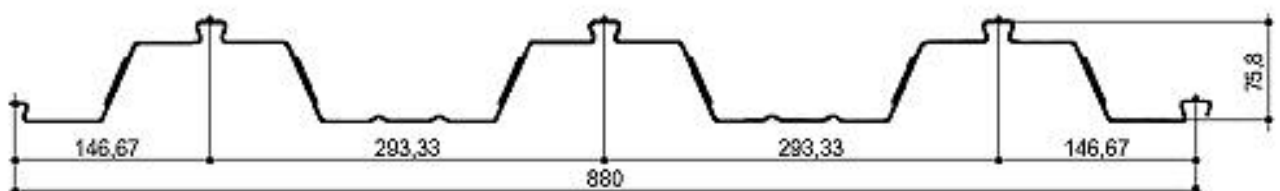
HIANSA: HA 60 (1)



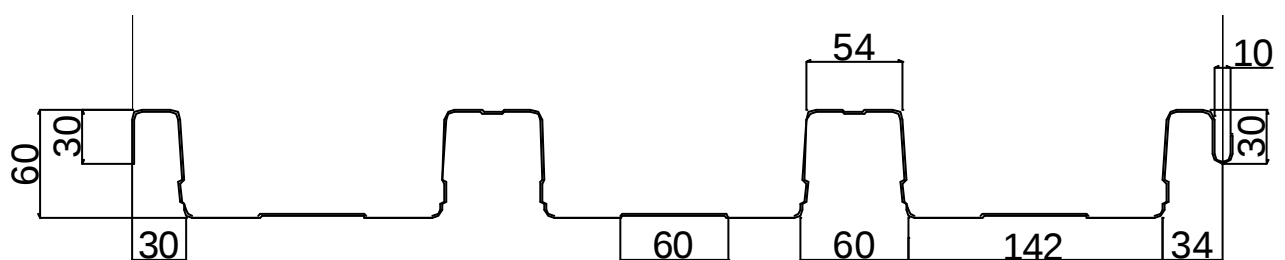
HIANSA: HA 60 INVERTIDA (2)



HIANSA: MT 76



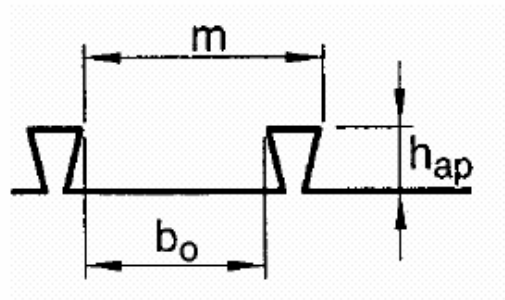
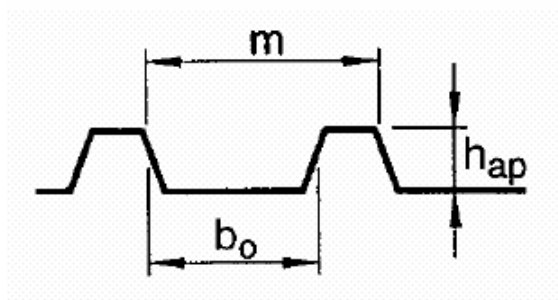
ROBERTSON: QL60



Chapa perfilada paralela a la viga

TIPO DE CHAPA	GEOMETRÍA DE CHAPA			
	b_o	h_{ap}	b_o/h_{ap}	m
HAIRCOL 59	89,5	59	1,52	205
HIANSA-60 (1)	93,5	60	1,56	220
HIANSA-60 (2)	126,5	60	2,11	220
HIANSA MT-76	155,0	76	2,04	293
ACERALIA PL-59	75,0	59	1,27	150
ACERALIA PL-76	184,0	76	2,42	383

TIPO DE CHAPA	Factor reductor K_p para X-HVB				
	80	95	110	125	140
HAIRCOL 59	--	0,56	0,79	1,00	1,00
HIANSA-60 (1)	--	0,55	0,78	1,00	1,00
HIANSA-60 (2)	--	0,74	1,00	1,00	1,00
HIANSA MT-76	--	--	0,55	0,79	1,00
ACERALIA PL-59	--	0,47	0,66	0,85	1,00
ACERALIA PL-76	--	--	0,65	0,94	1,00



Chapa perfilada perpendicular a la viga

TIPO DE CHAPA	GEOMETRÍA DE CHAPA			
	b_o	h_{ap}	b_o/h_{ap}	m
HAIRCOL 59	89,5	59	1,52	205
HIANSA-60 (1)	93,5	60	1,56	220
HIANSA-60 (2)	126,5	60	2,11	220
HIANSA MT-76	155,0	76	2,04	293
ACERALIA PL-59	75,0	59	1,27	150
ACERALIA PL-76	184,0	76	2,42	383

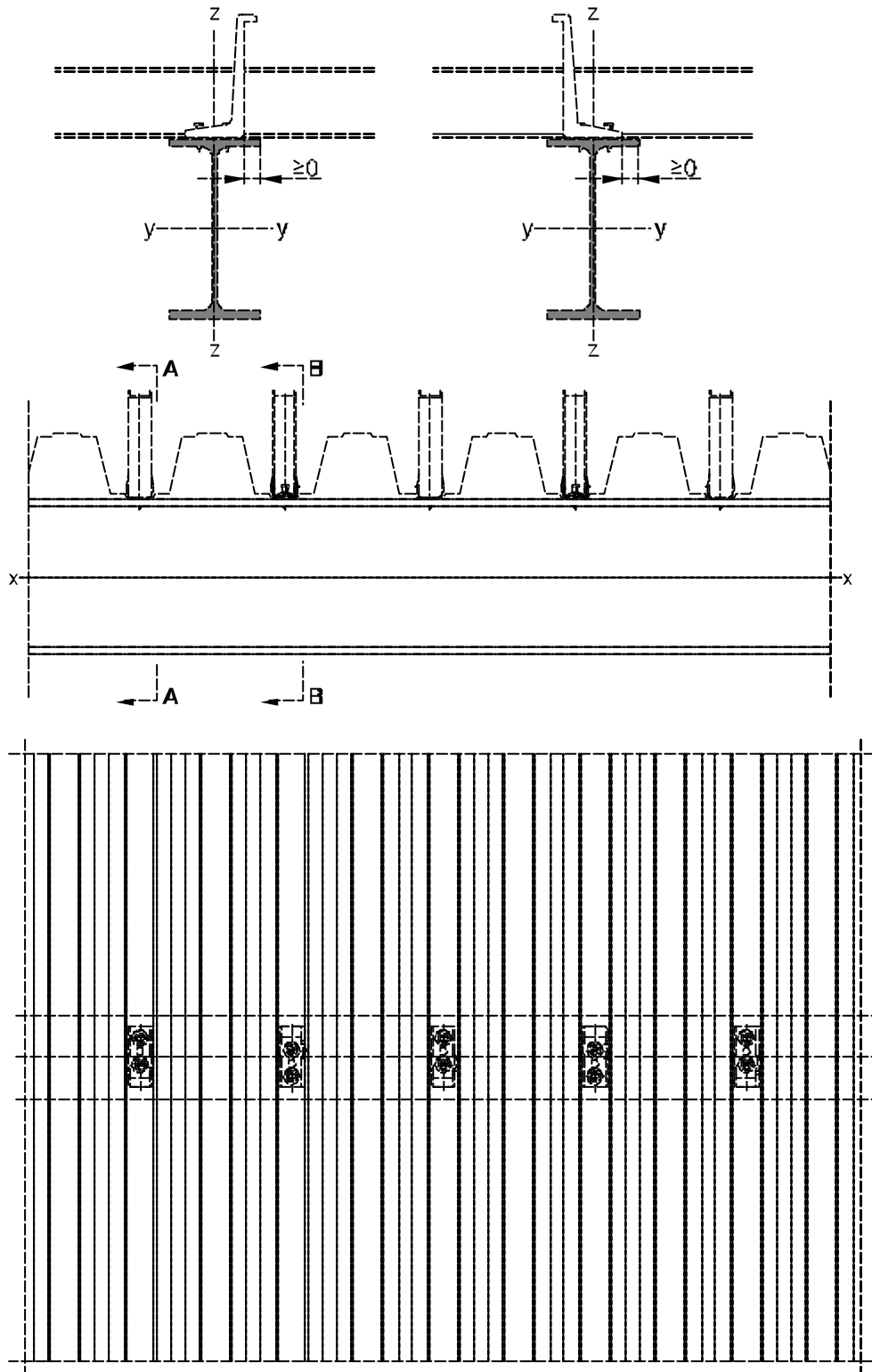
TIPO DE CHAPA	X-HVB/onda	Factor reductor K_t para X-HVB				
		80	95	110	125	140
HAIRCOL 59	1	--	0,65	0,92	1,00	1,00
	2 ó 3	--	0,46	0,65	0,84	1,00
HIANSA-60 (1)	1	--	0,64	0,91	1,00	1,00
	2 ó 3	--	0,45	0,64	0,84	1,00
HIANSA-60 (2)	1	--	0,86	1,00	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	--	0,53	0,69
HIANSA MT-76	1	--	--	0,64	0,92	1,00
	2 ó 3	--	--	0,45	0,65	0,85
ACERALIA PL-59	1	--	0,54	0,77	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	0,54	0,70	0,86
ACERALIA PL-76	1	--	--	0,76	1,00	1,00
	2 ó 3	--	--	0,54	0,77	1,00

ANEJO 2. EJEMPLOS DE DISPOSICIÓN DE X-HVB

PL59: 1 CONECTADOR X- HVB POR ONDA.

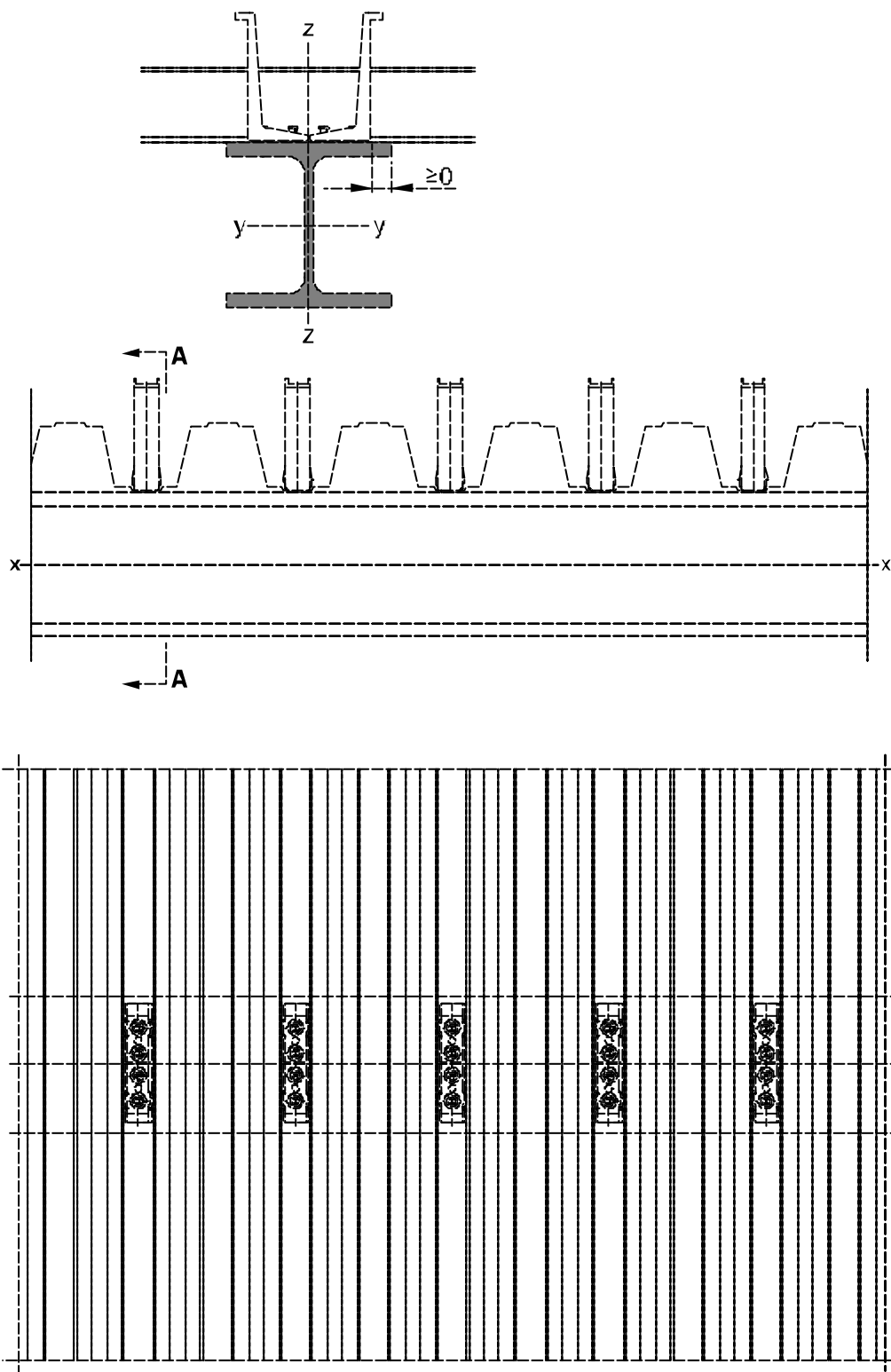
Sección B-B:

Sección A-A:



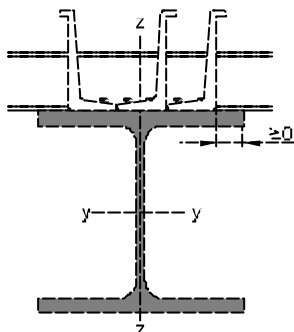
PL 59: 2 CONECTADORES X- HVB POR ONDA

Sección A-A:

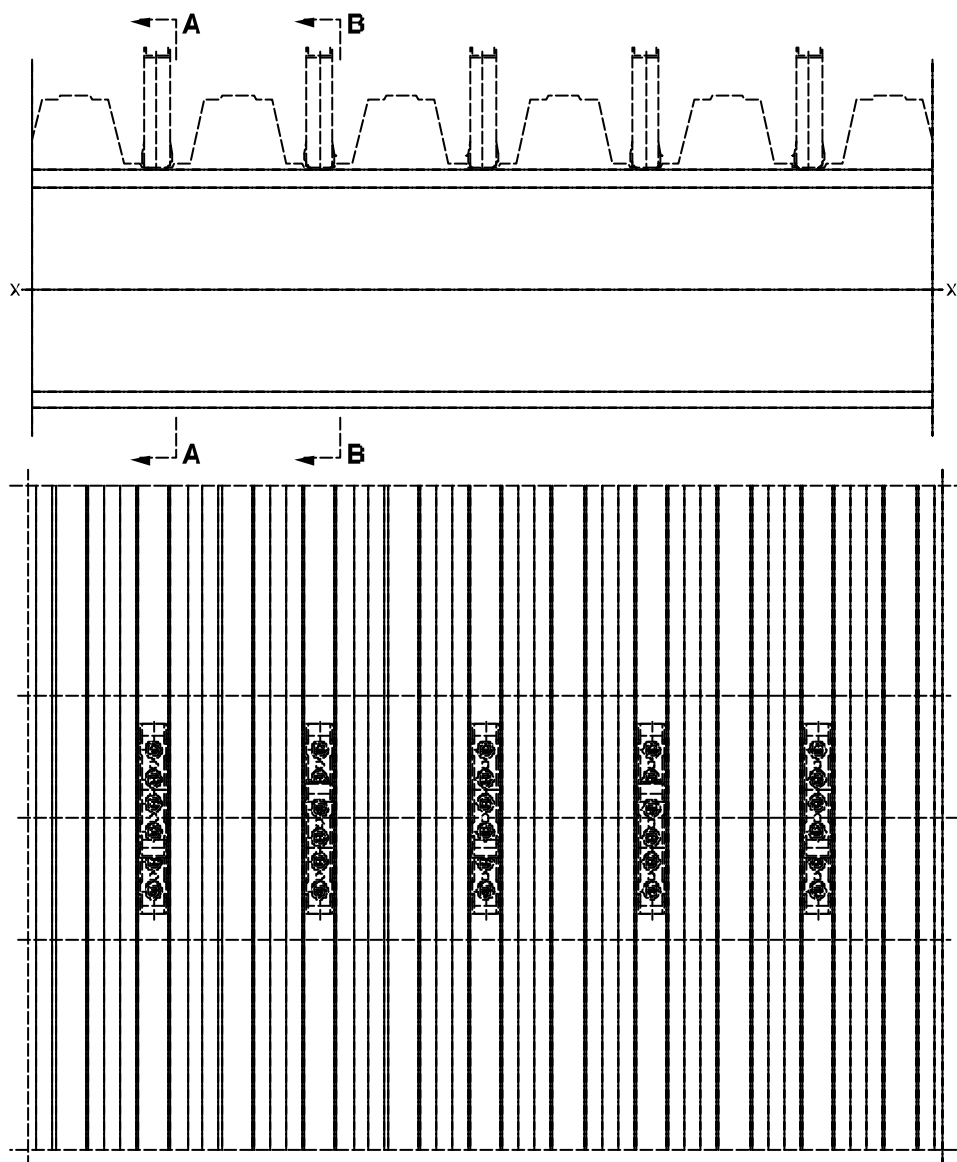
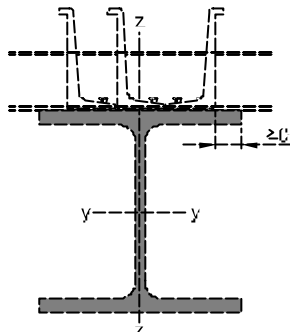


PL59: 3 CONETADORES X-HVB POR ONDA

Sección B-B:

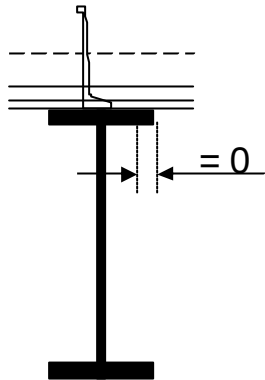


Sección A-A:

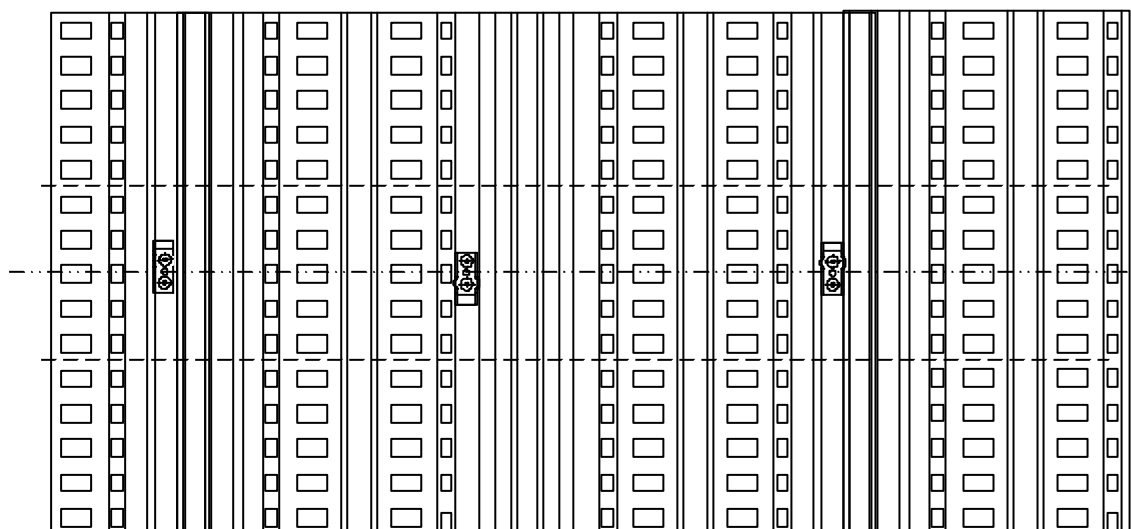
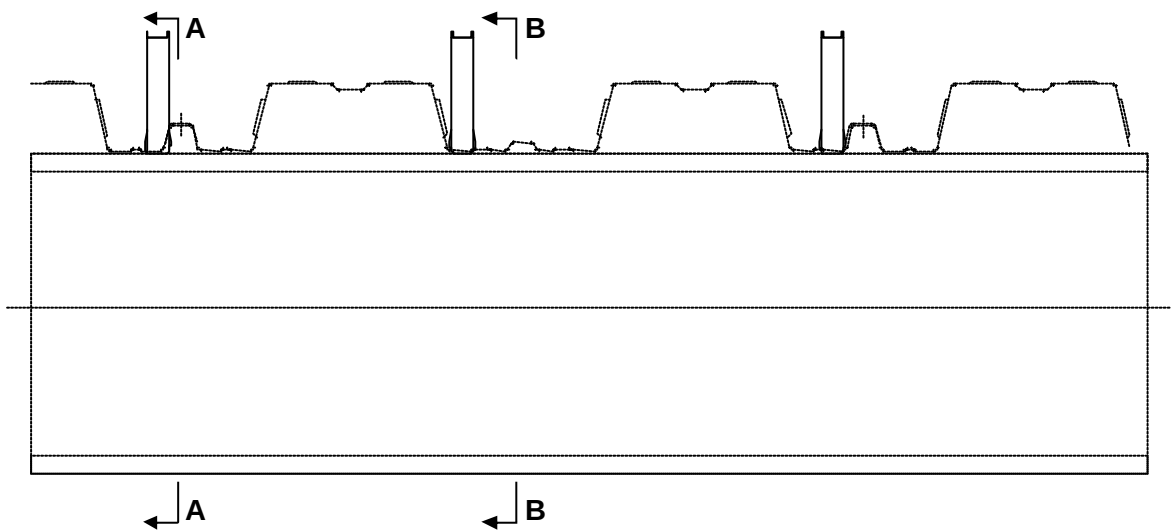
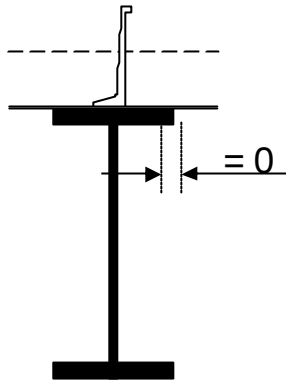


PL 76:1 CONECTADOR X-HVB POR ONDA

Sección A-A:

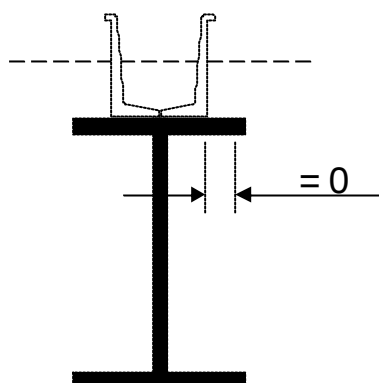


Sección B-B:

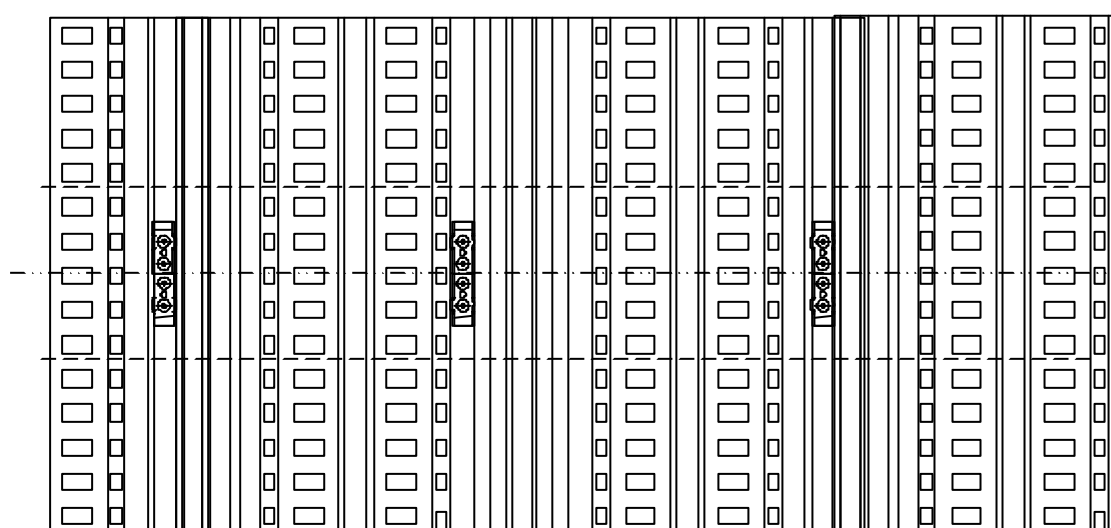
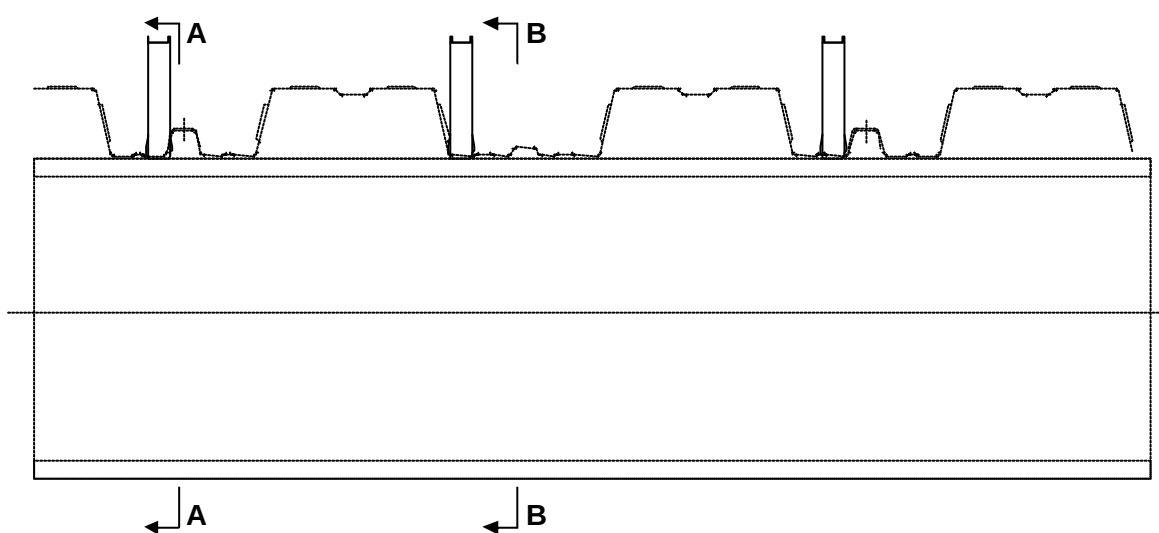
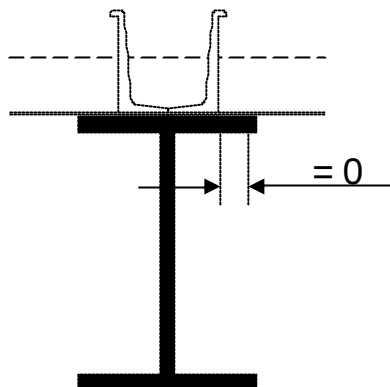


PL 76:2 CONECTADOR X-HVB POR ONDA

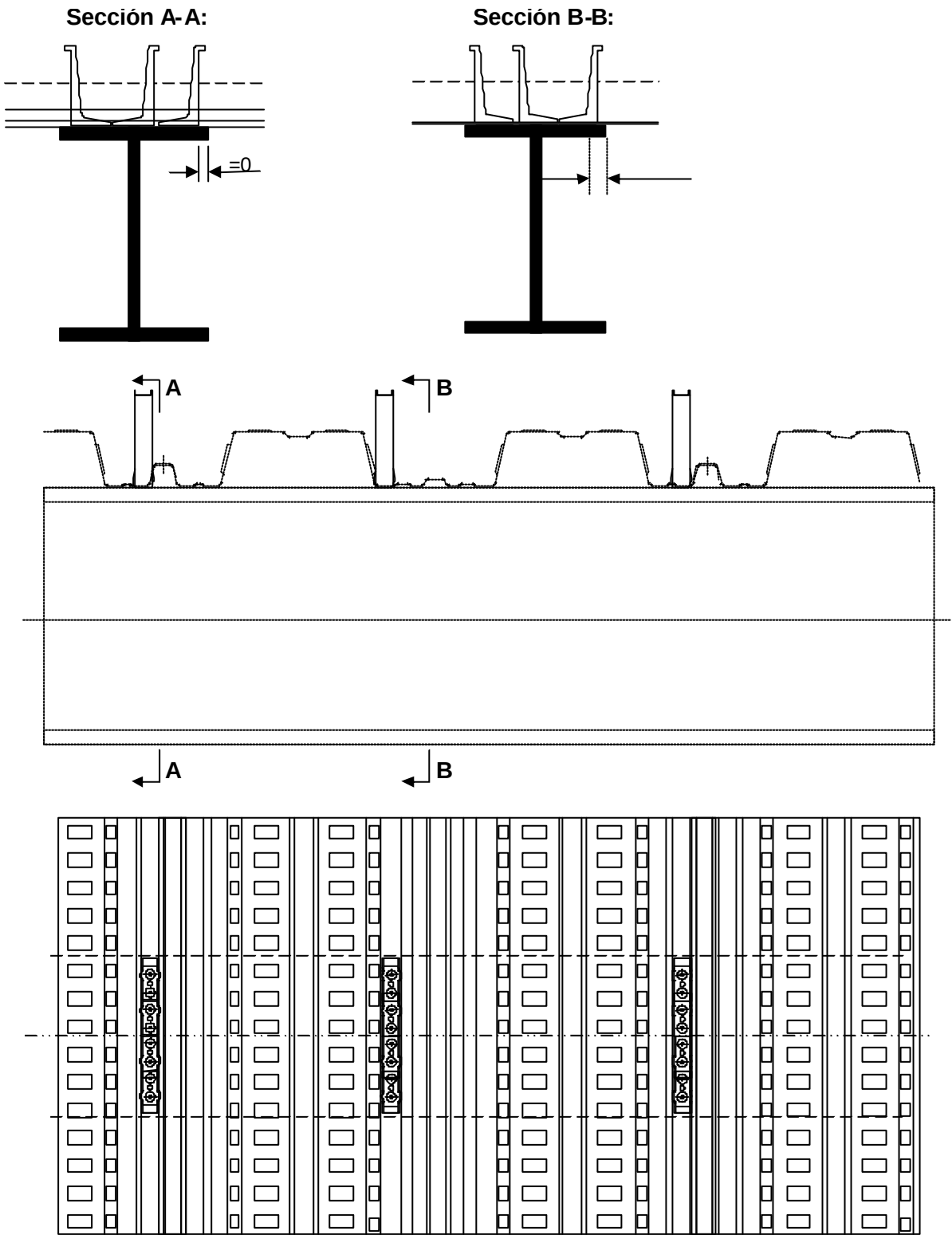
Sección A-A:



Sección B-B:

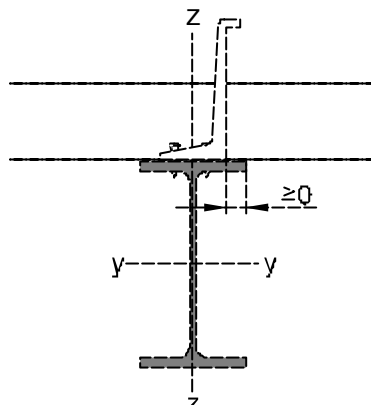


PL 76:3 CONECTADOR X-HVB POR ONDA

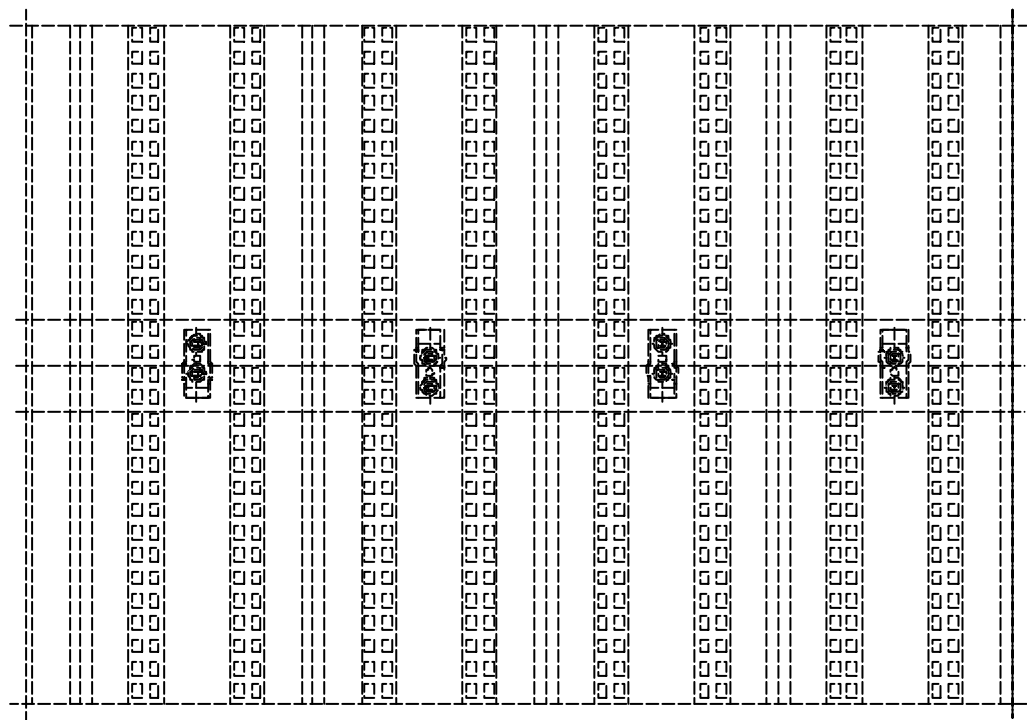
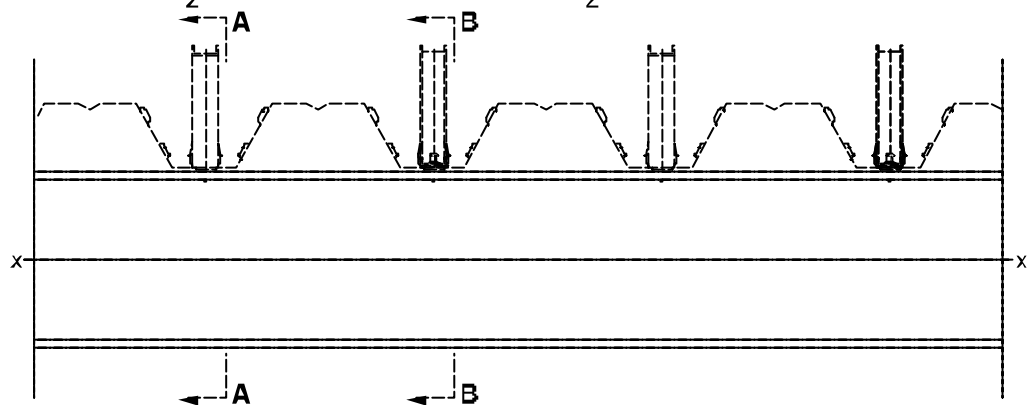
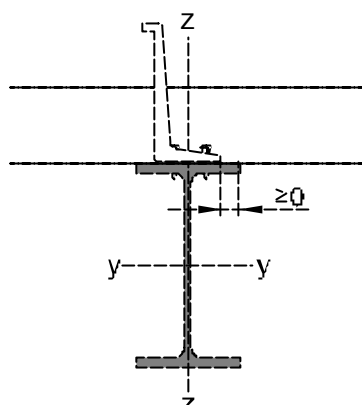


HAIRCOL 59: 1 CONECTADOR X- HVB POR ONDA

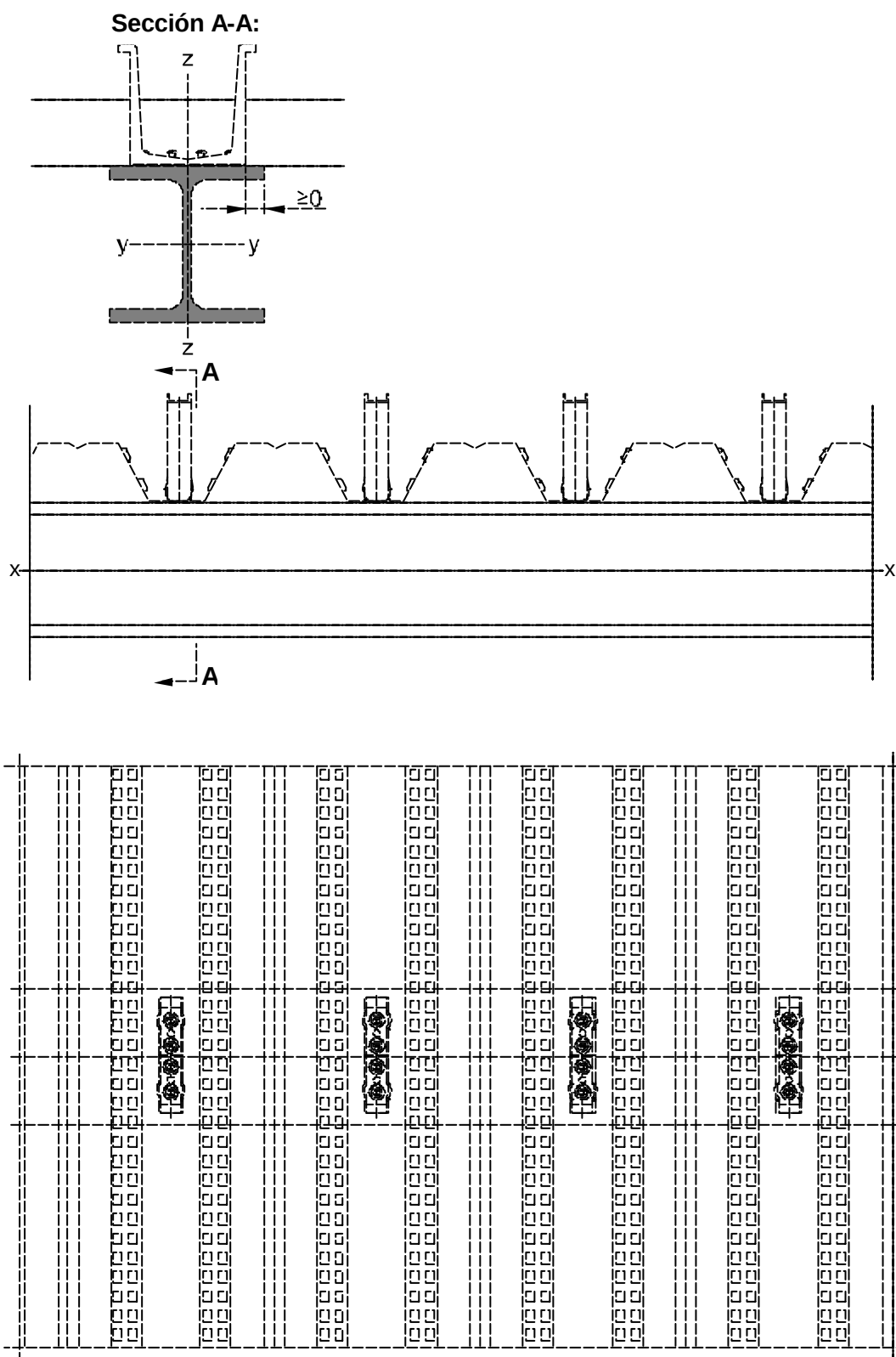
Sección B-B:



Sección A-A:

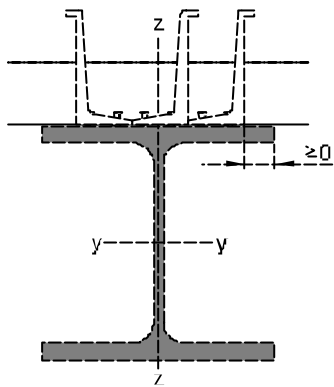


HAIRCOL 59: 2 CONECTADORES X- HVB POR ONDA

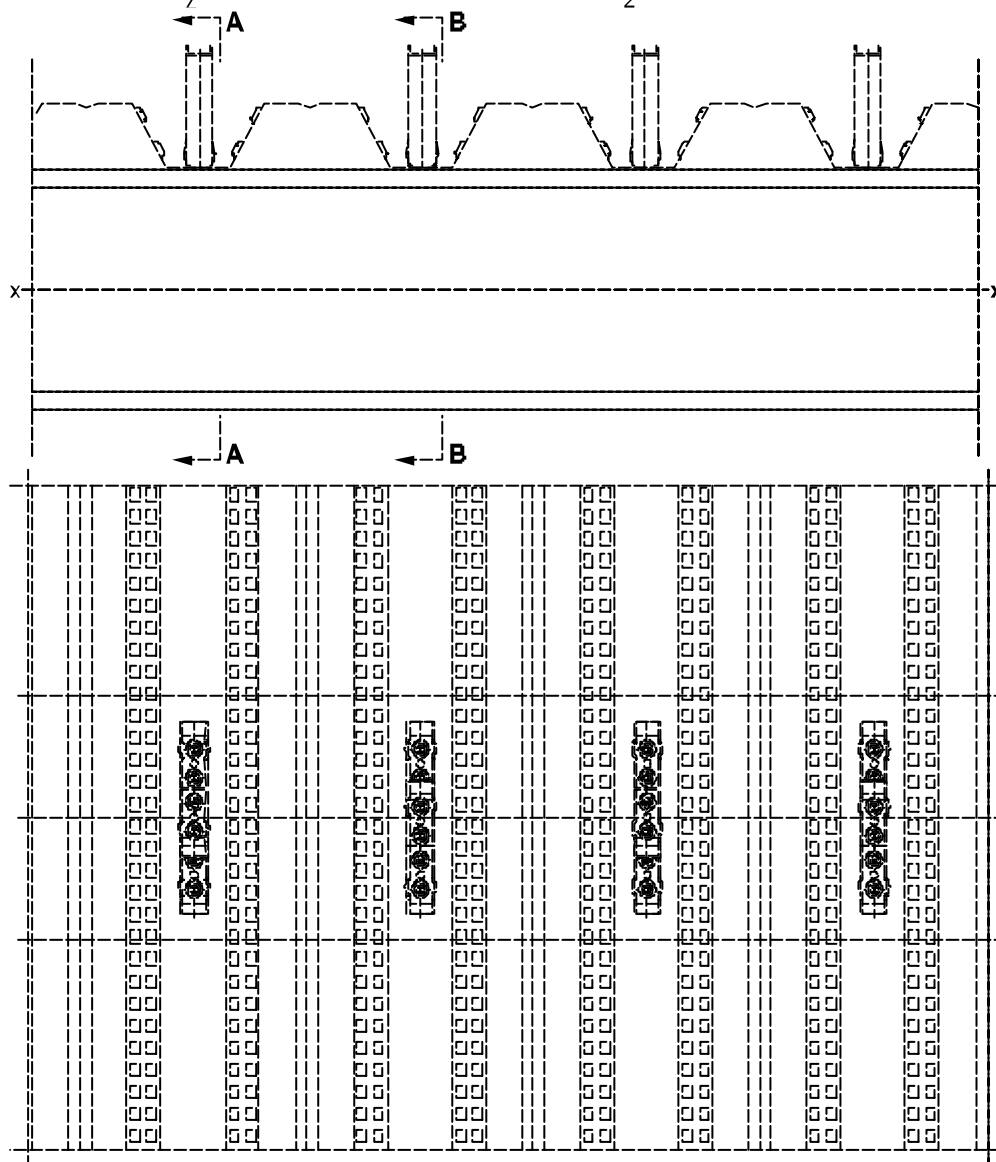
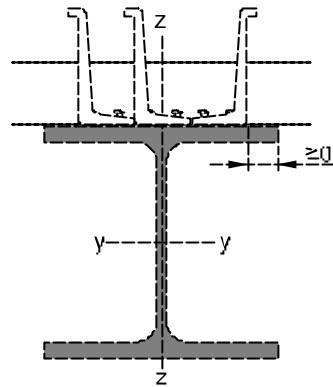


HAIRCOL 59: 3 CONECTADORES X- HVB POR ONDA

Sección B-B:

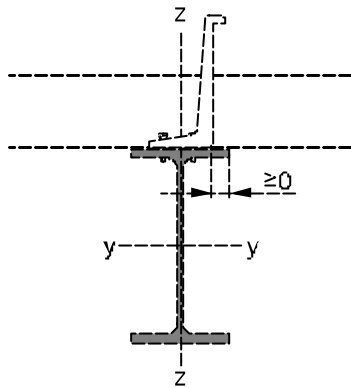


Sección A-A:

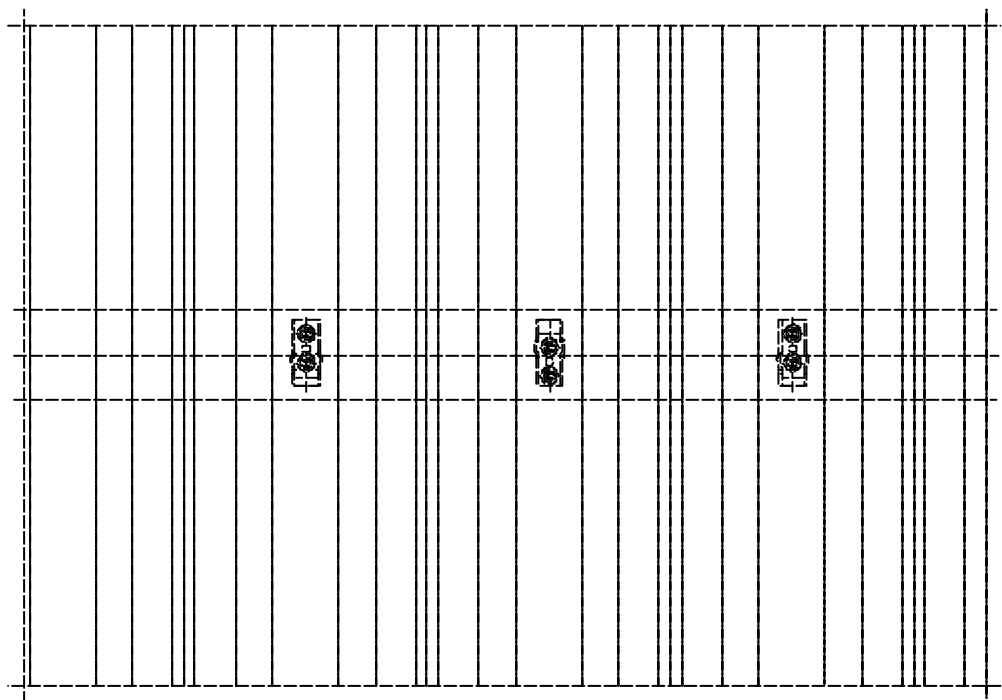
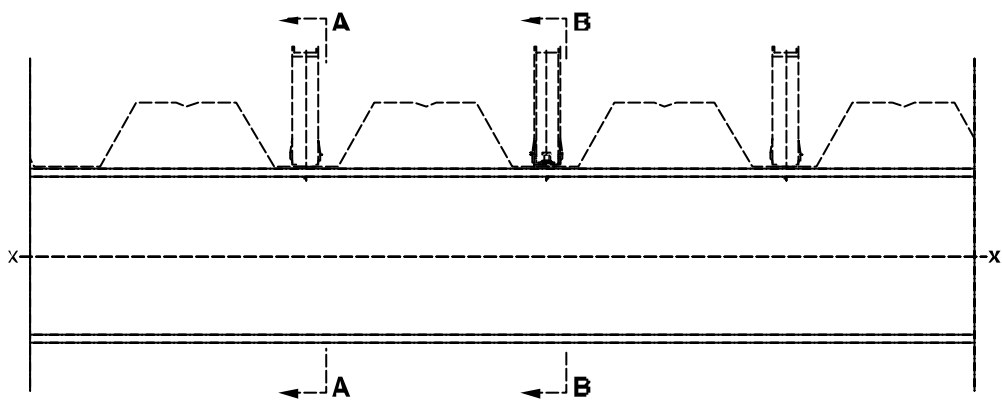
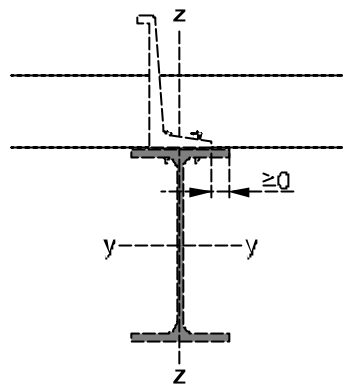


HA 60: 1 CONECTADOR X-HVB EN POSITIVO

Sección B-B:



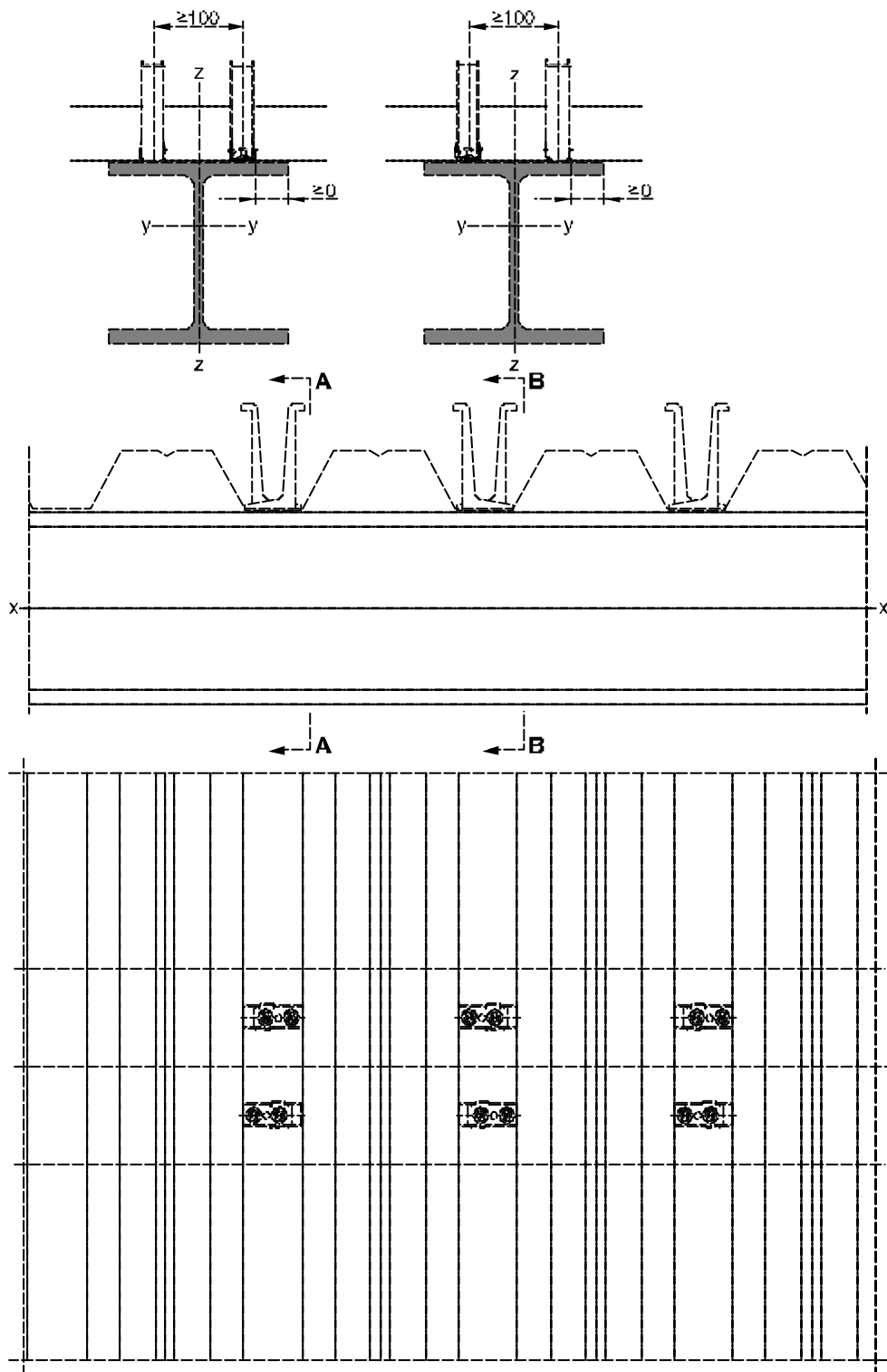
Sección A-A:



HA 60: 2 CONECTADORES X-HVB EN POSITIVO

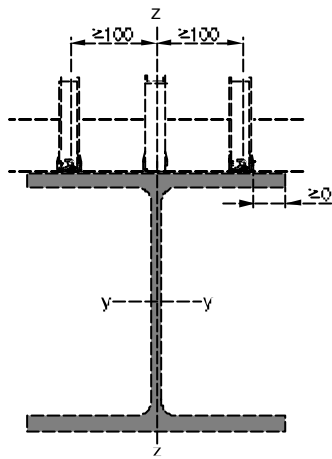
Sección A-A:

Sección B-B:

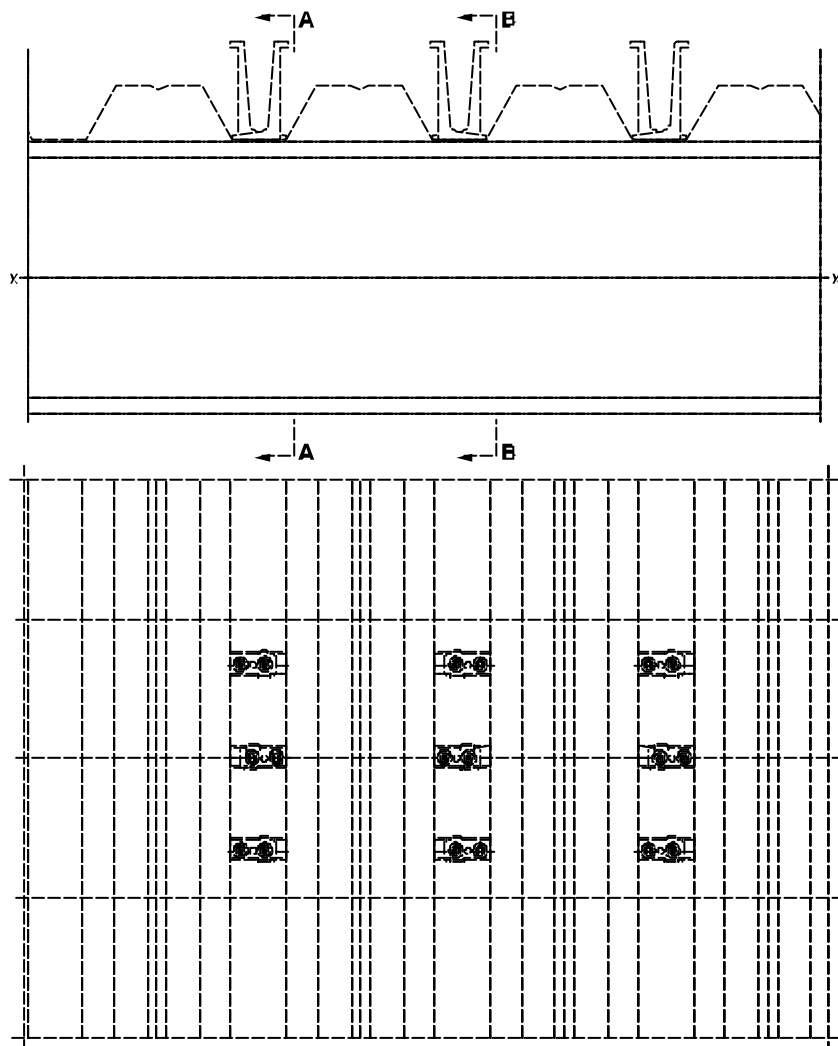
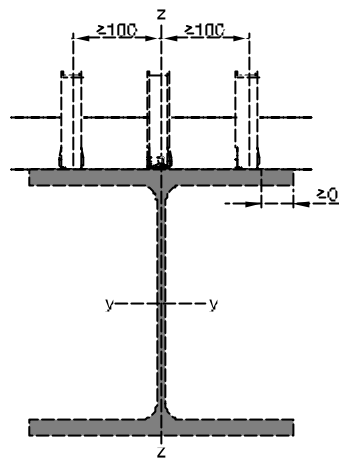


HA 60: 3 CONECTADORES X-HVB EN POSITIVO

Sección B-B:



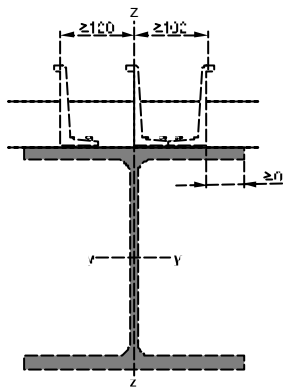
Sección A-A:



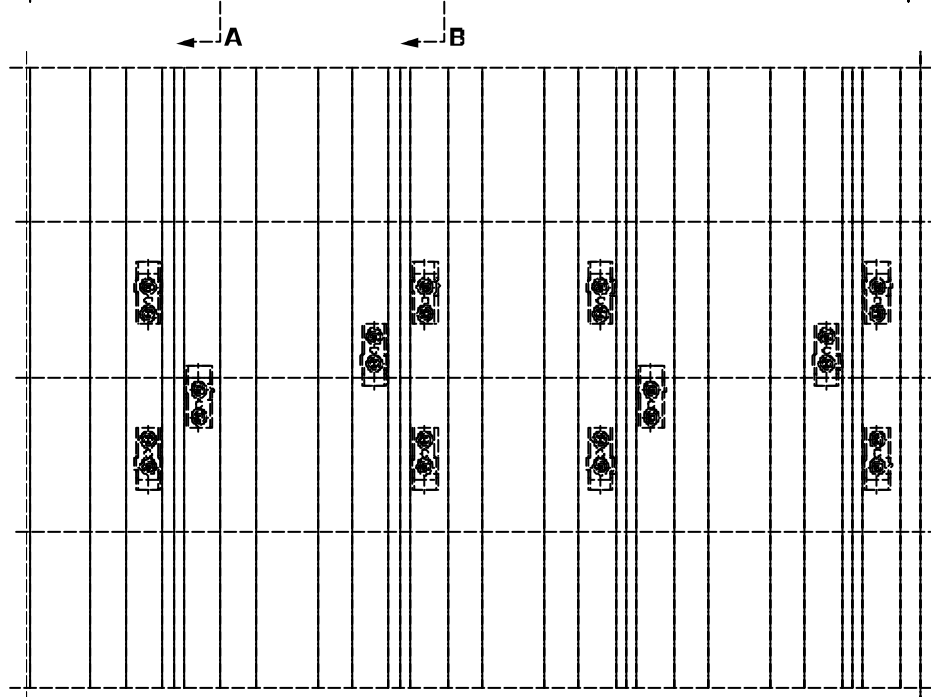
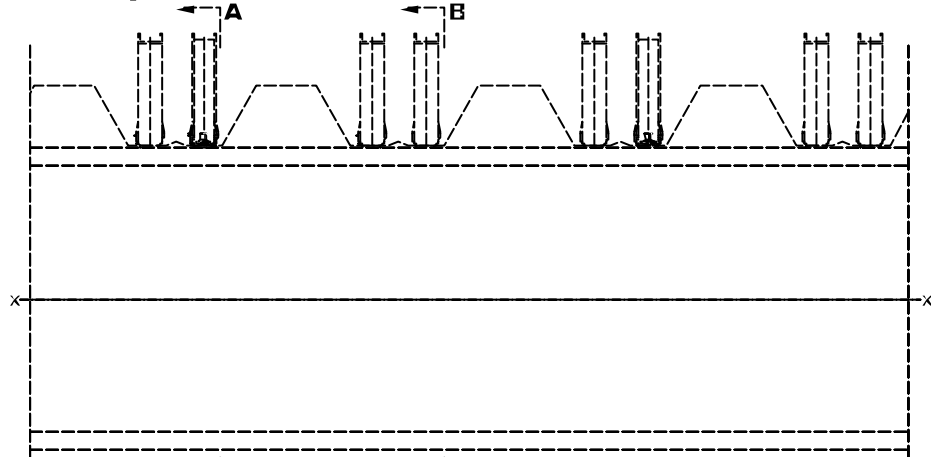
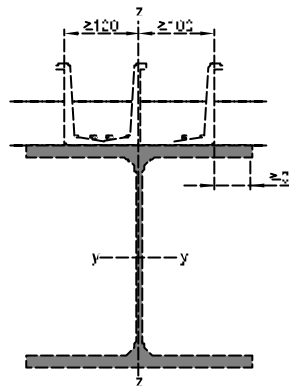
The drawing illustrates the structural details of a composite beam. The top part shows two cross-sections: **Sección B-B** and **Sección A-A**. Both sections show a steel I-beam with a concrete slab on top. The concrete slab has a minimum thickness of ≥ 100 mm. The steel beam has a minimum flange thickness of ≥ 10 mm. The sections are labeled with z and y axes. Below the cross-sections is a longitudinal section showing the beam's profile along its length. The longitudinal section shows the concrete slab and the steel beam's web and flanges. The beam is supported by a series of vertical supports. The longitudinal section is labeled with x and z axes. The bottom part of the drawing shows a detailed view of the beam's cross-section, showing the steel beam's web and flanges, and the concrete slab. The beam is supported by a series of vertical supports. The bottom part of the drawing is labeled with x and z axes.

HA 60: 3 CONECTADORES X-HVB EN NEGATIVO

Sección B-B:



Sección A-A:



ANEJO 3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO



