

# MANUAL TÉCNICO



PSB®

Armadura antipunzonamiento para estructuras de hormigón



Versión: ES 12/2020

# PSB®

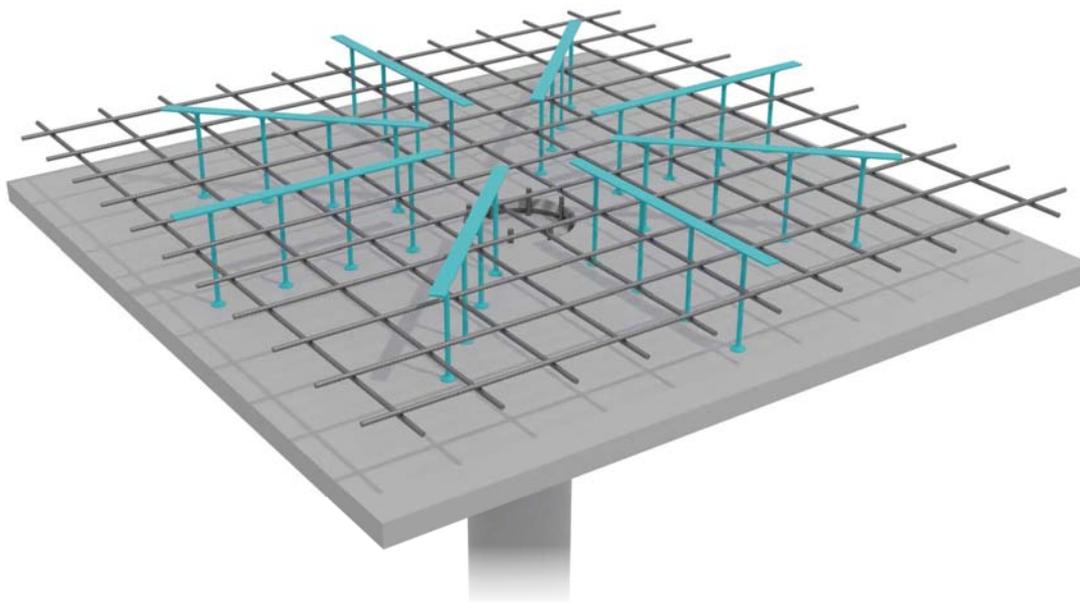
## Armadura antipunzonamiento para estructuras de hormigón

- Mayor capacidad que con estribos tradicionales
- Instalación simple y eficiente
- Optimiza la altura de la construcción del edificio
- Sistema Certificado y Ensayado según la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 para cargas estáticas y no predominantemente estáticas
- Disponible un módulo de cálculo específico en el Peikko Designer® (programa de cálculo de Peikko).

El PSB® es un producto de construcción que se utiliza como armadura de refuerzo vertical para incrementar la capacidad por punzonamiento de forjados planos, losas de cimentación y zapatas. Con el programa de cálculo de Peikko (Peikko Designer®), se pueden diseñar los tipos, geometrías y dimensiones de las armaduras PSB® y verificar la capacidad de los elementos de hormigón reforzados con PSB®. Las propiedades del PSB® así como la capacidad de los forjados reforzados con PSB® están certificados y ensayados según la Evaluación Técnica Europea (European Technical Approval) ETA-13/0151.

El PSB® se fabrica y suministra como elemento de armadura de refuerzo y está formado por anclajes de doble cabeza cónica conectados por un perfil de montaje. Debido a que el sistema está calculado y fabricado por Peikko, la instalación del producto final es mucho más simple que otros métodos tradicionales de armadura de refuerzo (estribos). El PSB® se puede utilizar en aplicaciones de hormigonado in situ o en elementos prefabricados.

La armadura de refuerzo PSB® se integra totalmente en el forjado de hormigón, por lo que es un sistema de armadura de refuerzo ideal para estructuras monolíticas de canto reducido, o en general, para forjados planos de hormigón, losas de cimentación y zapatas. Los anclajes de doble cabeza cónica utilizados en los elementos de armadura de refuerzo PSB®, permiten que la resistencia de la losa aumente en un 40% en comparación con la capacidad de los forjados armados con armadura de refuerzo tradicional, como por ejemplo los estribos.



[www.peikko.es](http://www.peikko.es)

# ÍNDICE

<b>Sobre la armadura de refuerzo PSB® .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Propiedades del producto.....</b>	<b>4</b>
1.1 Comportamiento estructural .....	5
1.2 Limitaciones de aplicación .....	7
1.3 Otras propiedades.....	8
<b>2. Capacidades .....</b>	<b>8</b>
<b>Selección de la armadura de refuerzo PSB® .....</b>	<b>9</b>
<b>Instalación de la armadura de refuerzo PSB® .....</b>	<b>15</b>

## Sobre la armadura de refuerzo PSB®

### 1. Propiedades del producto

Los forjados planos de hormigón armado hoy en día son uno de los sistemas estructurales más populares en edificios residenciales, industriales y otros muchos tipos de edificios. Esta configuración consiste en forjados soportados puntualmente por pilares o muros, sin vigas de apoyo. Tal configuración permite optimizar el espacio en el área del forjado y reducir la altura total del edificio.

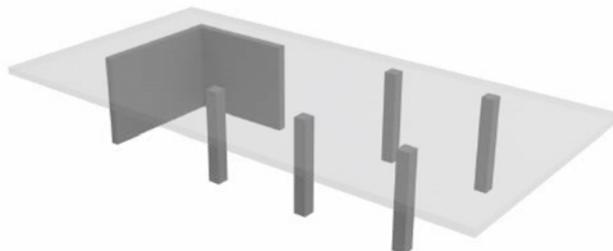


Figura 1. Losa de forjado apoyada sobre pilares y muros.

Entre apoyos, el forjado suele estar diseñado como un forjado de doble dirección para resistir el momento flector en dos direcciones ortogonales. En el área de apoyo, los momentos flectores se combinan con cargas transversales - reacciones en los apoyos. Tales cargas combinadas provocan un estado de tensiones que puede generar un fallo del forjado por punzonamiento. La verificación de la capacidad de punzonamiento del forjado es frecuentemente decisiva para definir el espesor del forjado de hormigón.

El punzonamiento normalmente ocurre cuando el cono de hormigón se separa del forjado, la armadura de flexión se pierde y el forjado cae por la fuerza de la gravedad (Figura 2). La experiencia demuestra que el fallo por punzonamiento es particularmente peligroso ya que es un fenómeno frágil que ocurre de repente sin signos de aviso previo (deformaciones extensivas, grietas...). Además, el fallo de un pilar puede provocar un impacto en los pilares adyacentes y causar un fallo en cadena del forjado de hormigón armado.

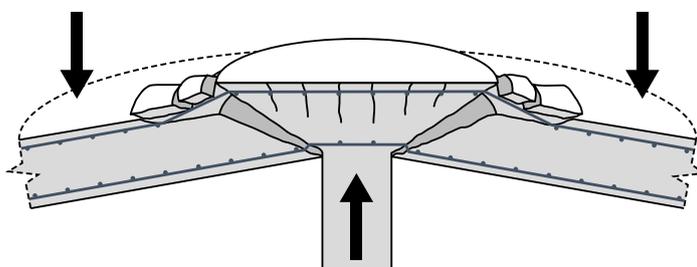


Figura 2. Fallo de un forjado por punzonamiento.

Un forjado que no tenga armadura de refuerzo vertical tiene una capacidad muy limitada ante el fallo por punzonamiento. Esta capacidad se puede incrementar colocando armadura de refuerzo PSB® en el forjado de hormigón de tal manera que evite la creación del cono de hormigón (Figura 3). Además de incrementar la capacidad del forjado, la armadura de refuerzo PSB® incrementa la ductilidad. El PSB® es también utilizado en cimentaciones de hormigón de manera similar al caso de forjados planos. Otras aplicaciones también son posibles, como por ejemplo, utilizar el PSB® como armadura de refuerzo a cortante en vigas.

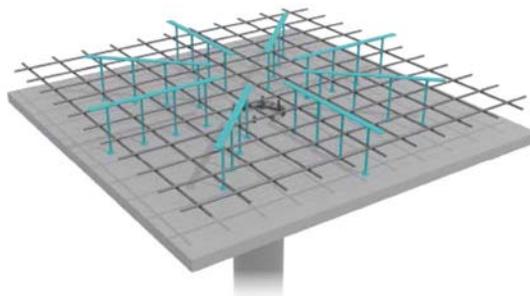


Figura 3. Forjado plano reforzado con PSB®.

La armadura de refuerzo PSB® consiste en anclajes de doble cabeza PSB® conectados a un perfil de montaje (Figura 4). Dicho perfil de montaje no tiene ninguna capacidad estructural; únicamente garantizar la separación y la posición correcta de los anclajes durante la instalación y proceso de hormigonado.

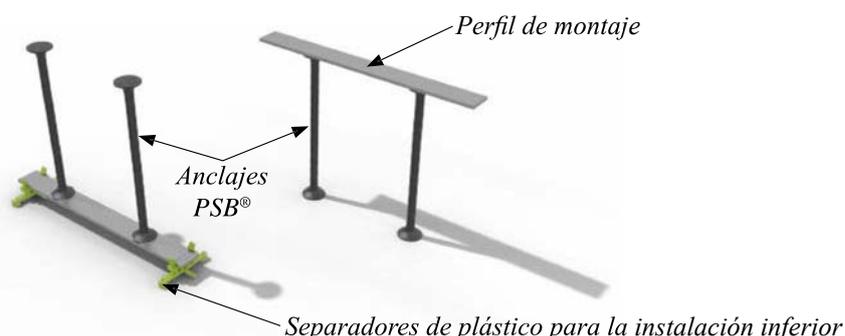


Figura 4. Tipologías disponibles de elementos PSB®.

### 1.1 Comportamiento estructural

Los anclajes PSB® se utilizan normalmente como armadura de refuerzo vertical en forjados de hormigón y están diseñados y calculados para prevenir el desarrollo de grietas inclinadas debidas al punzonamiento. El comportamiento estructural de un forjado reforzado con armadura PSB® se puede interpretar como un sistema de bielas y tirantes (Figura 5), donde los anclajes PSB® actúan como componente de tracción vertical. Entre otros factores, el correcto funcionamiento de dicho mecanismo está condicionado por la resistencia a tracción de los anclajes y su capacidad de anclaje en el hormigón.

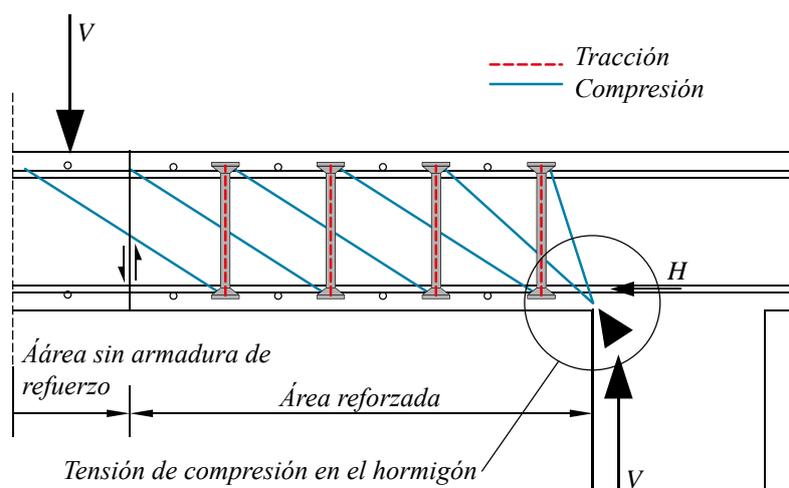


Figura 5. Esfuerzos en un forjado con armadura de punzonamiento PSB®.

Las excelentes propiedades de anclajes de los PSB® permiten que los forjados reforzados con armaduras PSB® desarrollen capacidades que son significativamente superiores a las capacidades de los forjados reforzados con armadura de refuerzo tradicional (estribos). El excelente comportamiento de los forjados de hormigón reforzados con PSB® ha sido demostrado mediante ensayos llevados a cabo en los laboratorios de la Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Instituto Federal de Tecnología Suiza, en Lausanne durante el año 2012. Los resultados de los ensayos han sido utilizados como base para el desarrollo y elaboración de la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 que regula el uso y el diseño de la armadura de refuerzo de punzonamiento PSB®. La información completa sobre la serie de ensayos y la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 se pueden encontrar en la referencia [1].

La Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 define el conjunto de criterios y normativas para determinar:

- La capacidad del forjado sin armadura de refuerzo PSB®  $V_{Rd,c}$
- La capacidad del forjado con armadura de refuerzo PSB®  $V_{Rd,s}$
- La máxima capacidad del forjado con armadura de refuerzo PSB®  $V_{Rd,max}$ .

[1] Muttoni, A. Bujnak, J. "Performance of slabs reinforced by Peikko PSB® studs demonstrated by full scale tests and validated by ETA approval starting April 2013" Concrete connection 01/2013, Customer magazine of Peikko Group.

La sección transversal y vista superior del forjado con armadura de refuerzo PSB® de acuerdo con las recomendaciones de la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 se muestran en la *Figura 6*. Normalmente, los elementos PSB® están dispuestos alrededor del pilar de forma radial. Disposiciones alternativas de los elementos PSB® son posibles siempre y cuando los requerimientos de separación entre los anclajes PSB® se cumplan.

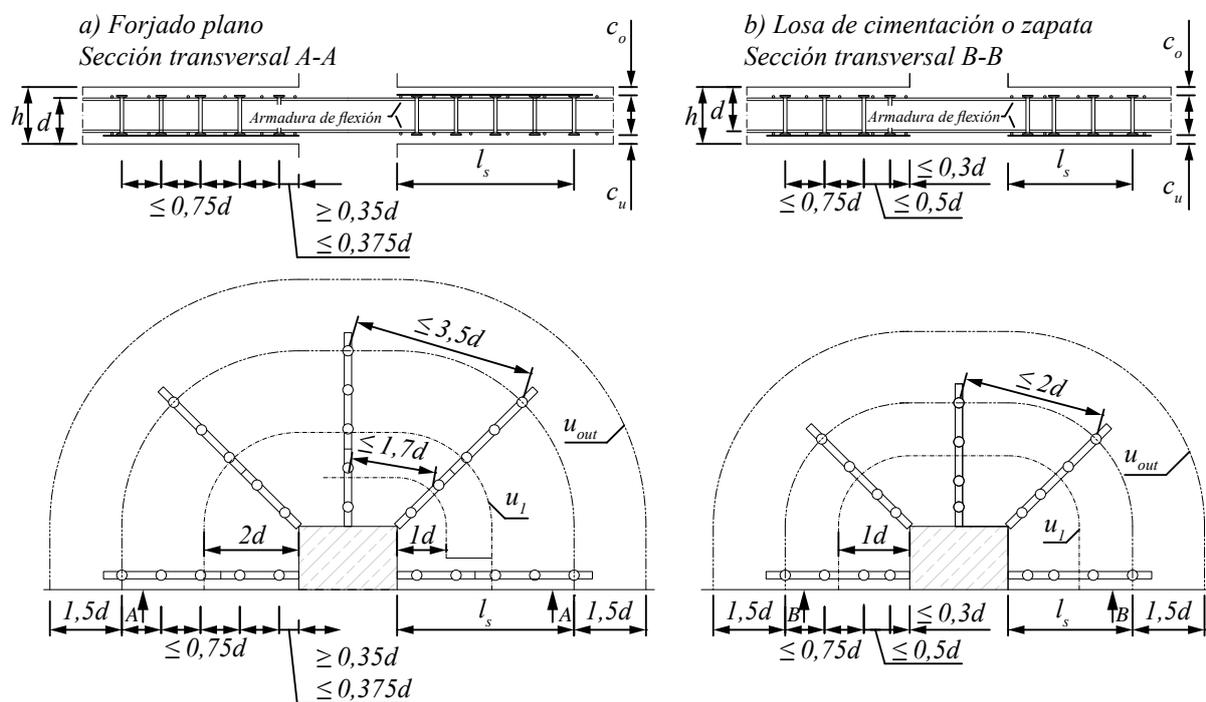


Figura 6. Sección y vista superior de a) forjado plano b) losa de cimentación o zapata, con anclajes PSB®.

La capacidad del forjado sin armadura de refuerzo de punzonamiento en el perímetro básico de control se determina de acuerdo con la Ec.(2.10) del Informe Técnico EOTA TR 060 según:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

La tensión a cortante (punzonamiento) en el perímetro básico de control se calcula de acuerdo con la Ec. (2.5) del Informe Técnico EOTA TR 060 según:

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d}$$

dónde  $\beta$  es el incremento del factor de carga definida dependiendo de la posición del pilar según la UNE-EN 1992-1-1,  $u_1$  es la longitud del perímetro básico de control y  $d$  es la profundidad efectiva del forjado (ver *Figura 6*). El forjado debe reforzarse con PSB® en caso de que:

$$v_{Rd,c} \leq v_{Ed}$$

El número mínimo de anclajes PSB® que se deben colocar alrededor del pilar está determinado para incrementar el perímetro de control a un valor  $u_{out}$  determinado de acuerdo con la Ec. (2.21) del Informe Técnico EOTA TR 060:

$$u_{out} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c} \cdot d}$$

dónde  $v_{Rd,c}$  se calcula de acuerdo a la Ec. (2.10) del Informe Técnico EOTA TR 060.

La capacidad de los elementos PSB® está verificada por la Ec. (2.18) y la Ec. (2.20) del Informe Técnico EOTA TR 060 para forjados planos y cimentaciones, respectivamente.

## 1.2 Limitaciones de aplicación

La profundidad mínima de un forjado reforzado con PSB® es de 180mm.

La capacidad máxima de un forjado con armadura de refuerzo PSB® se verifica de acuerdo a la Ec. (2.17) y (2.19) del Informe Técnico EOTA TR 060 y 3.1 de la Certificación Europea ETA-13/0151 como se muestra a continuación:

Forjados planos  $v_{Rd,max} = 1,96 \cdot v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$

Losas de cimentación y zapatas  $v_{Rd,max} = 1,62 \cdot v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$

A modo comparativo, la capacidad máxima de un forjado con armadura de refuerzo tradicional (estribos) se debe verificar de acuerdo con la Ec. (6.53) de la Norma UNE-EN 1992-1-1:2013/A1:2015 según:

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot \left[ 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \cdot f_{cd} \geq \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d}$$

dónde  $u_0$  es la longitud del perímetro del pilar. La comprobación de acuerdo con la DIN EN 1992-1-1/NA:2012 para forjados reforzados con estribos es:

$$v_{Rd,max} = 1,4 \cdot v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$$

En el caso de que las comprobaciones anteriores de capacidad máxima del forjado no se cumplan, no es posible alcanzar un nivel suficiente de capacidad en forjados reforzados con armadura vertical (estribos tradicionales o armadura de refuerzo PSB®).

Al mismo tiempo, la comparativa que se muestra en la *Figura 7* para forjados comprobados dentro del programa de ensayos llevados a cabo por Peikko (ver referencia [1]) muestra que la capacidad máxima de los forjados reforzados con anclajes PSB® puede llegar a alcanzar un 40% más de capacidad que en el caso de forjados con estribos tradicionales determinada por la UNE-EN 1992-1-1:2013/A1:2015 o DIN EN 1992-1-1/NA:2012.

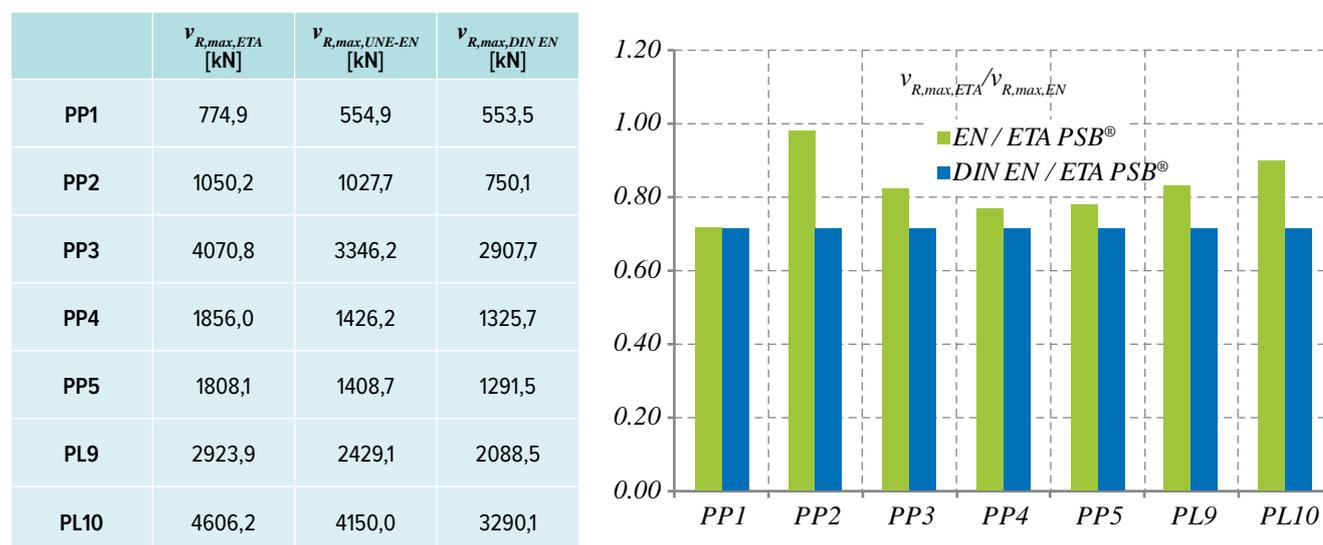


Figura 7. Resistencia característica máxima de forjados reforzados con armadura de refuerzo PSB® y con estribos tradicionales.

### 1.3 Otras propiedades

La Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 aprueba el uso de los elementos PSB® con barras corrugadas de diámetros 10, 12, 14, 16, 20 y 25 mm. También se pueden fabricar elementos utilizando diámetros superiores (28 mm y 32 mm), pero no entran dentro de la cobertura de la ETA-13/0151. El diámetro de las cabezas cónicas en todos los anclajes corresponde a 3× el diámetro de la barra corrugada.

Las propiedades de las armaduras de refuerzo PSB® y del perfil de montaje, se muestran a continuación:

<b>Perfil de montaje</b>	S235JR	UNE-EN 10025-2
<b>Elemento PSB®</b>	B500B	UNE-EN 10080, DIN 488

Los separadores que se utilizan para la instalación de elementos PSB® desde la parte inferior están hechos de material de plástico. Los separadores estándar proporcionan recubrimientos de hormigón de 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 mm. La temperatura ambiente durante la instalación de los PSB® utilizando separadores de plástico debe estar en el rango de -30°C a +35°C.

Las unidades de producción del grupo Peikko están controladas externamente y auditadas periódicamente, en base a las certificaciones de producción y aprobación de productos proporcionados por varias organizaciones independientes.

## 2. Capacidades

Los valores de las resistencias características de los anclajes PSB®, de acuerdo con la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151, se resumen individualmente en la *Tabla 1*.

*Tabla 1.* Valores de resistencia característica a tracción de los anclajes PSB®

Diámetro	mm	10	12	14	16	20	25
Resistencia	kN	39,3	56,5	77,0	100,5	157,1	245,4

La capacidad de un elemento de hormigón reforzado con PSB® tienen que verificarse caso por caso para cada proyecto. El programa Peikko Designer® se puede utilizar para calcular las armaduras de refuerzo PSB® y verificar las capacidades de los elementos de hormigón reforzados con PSB® de acuerdo con los requerimientos de la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151.

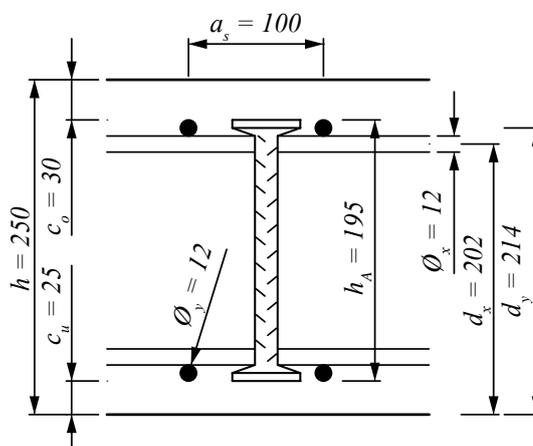
## Selección de la armadura de refuerzo PSB®

Se recomienda seleccionar la armadura de refuerzo PSB® apropiada utilizando el programa Peikko Designer® de forma individual para cada caso en particular. El Peikko Designer® es un programa de cálculo desarrollado por Peikko, y se puede descargar de forma gratuita desde peikko.es.

Un ejemplo del método utilizado para el cálculo y selección del PSB®, de acuerdo con el Informe Técnico EOTA TR 060 y la Evaluación Técnica Europea ETA-13/0151 implementados en el Peikko Designer®, se muestra a continuación.

### Datos de entrada

Dimensiones del pilar	$a = 300 \text{ mm}$ $b = 300 \text{ mm}$
Calidad de hormigón	C30/37
Altura del forjado/losa	$h = 250 \text{ mm}$
Recubrimiento inferior	$c_u = 25 \text{ mm}$
Recubrimiento superior	$c_o = 30 \text{ mm}$
Diámetro de la armadura de flexión	$\Phi_x = 12 \text{ mm}$
Carga aplicada	$V_{Ed} = 730 \text{ kN}$
Posición del pilar	Pilar interior



### Profundidad efectiva y ratio de la armadura de flexión

- Profundidad efectiva

$$d_y = h - c_o - \Phi_y / 2 = 214 \text{ mm}$$

$$d_x = h - c_o - \Phi_x - \Phi_y / 2 = 202 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2} = 208 \text{ mm}$$

- Ratio de la armadura de flexión

$$\rho_x = \frac{A_{s,x}}{a_{s,x} \cdot d_x} \cdot 100 = 0,56\%$$

$$\rho_y = \frac{A_{s,y}}{a_{s,y} \cdot d_y} \cdot 100 = 0,528\%$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} = 0,544\%$$

Área de una barra de armadura en dirección  $x$

$$A_{s,x} = \frac{\pi \cdot \Phi_x^2}{4}$$

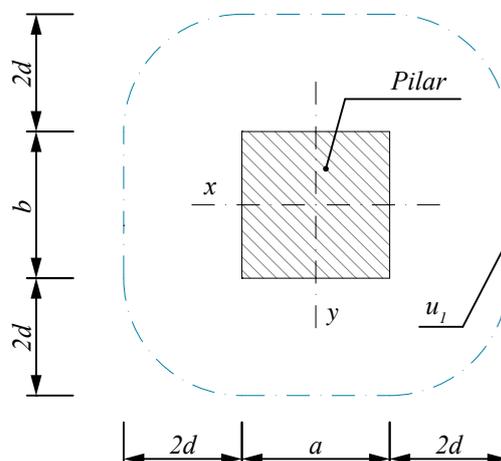
Área de una barra de armadura en dirección  $y$

$$A_{s,y} = \frac{\pi \cdot \Phi_y^2}{4}$$

### Perímetro de control básico ( $u_l$ ) y perímetro del pilar ( $u_o$ ) (EN 1992-1-1 6.4.2)

$$u_l = 2\pi \cdot 2 \cdot d + 2 \cdot a + 2 \cdot b = 3813,8 \text{ mm}$$

$$u_o = 2 \cdot (a + b) = 1200 \text{ mm}$$



**Factor de incremento de carga  $\beta$  (UNE-EN 1992-1-1)**

- Valor recomendado para pilar interior  
 $\beta = 1,15$

**Capacidad de punzonamiento a cortante sin armadura de refuerzo de punzonamiento (Informe Técnico EOTA TR 060)**

$$v_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} C_{Rd,c} \cdot k_d \cdot (\rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} \\ \frac{0,0525}{\gamma_c} \cdot k_d^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \end{array} \right\} = 0,603 MPa$$

$$k_d = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,0 \\ 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \end{array} \right\} = 1,98$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = 0,12$$

**Capacidad máxima del forjado con armadura de punzonamiento (Informe Técnico EOTA TR 060)**

$$v_{Rd,max} = k_{pu,sl} \cdot v_{Rd,c} = 1,182 MPa$$

**Valor de diseño de la tensión por cortante (EOTA TR 060)**

$$v_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 1,058 MPa$$

**Capacidad portante del forjado**

$$v_{Rd,c} < v_{Ed} < v_{Rd,max} \\ 0,603 < 1,058 < 1,182$$

Se puede utilizar armadura de refuerzo PSB®.

**Dimensiones de los anclajes (ETA-13/0151)**

- Altura de los anclajes  
 $h_A = h_d - c_u - c_o = 195 \text{ mm}$
- Separación entre los elementos  
 $s_l = 150 \text{ mm}$   
 $s_0 = 75 \text{ mm}$
- Comprobación de la separación  
 $s_l = 150 \Rightarrow \frac{s_l}{d} = 0,72 < 0,75$   
 $s_0 = 75 \Rightarrow \frac{s_0}{d} = 0,37 \left\{ \begin{array}{l} < 0,5 \\ > 0,35 \end{array} \right.$

**Position  $\beta$  valores (UNE-EN 1992-1-1)**

Pilar interior	1,15
Pilar perimetral	1,40
Pilar de esquina	1,50
Final de pared	1,35
Esquina de pared	1,20

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$$

Si:  $u_0 / d < 4$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \left( 0,1 \cdot \frac{u_0}{d} + 0,6 \right) \geq \frac{0,15}{\gamma_c}$$

(EOTA TR 060)

$$\gamma_c = 1,5$$

(UNE-EN 1992-1-1 2.4.2.4)

Forjado plano  $k_{pu,sl} = 1,96$

Cimentación  $k_{pu,fo} = 1,62$   
(ETA-13/0151)

No se necesita armadura de refuerzo PSB® si:

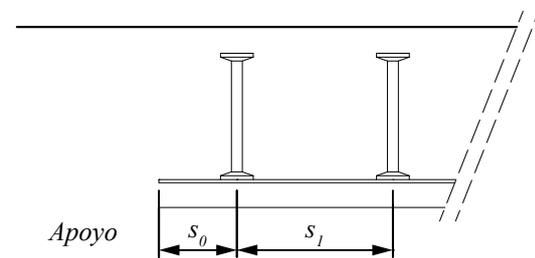
$$v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$$

Armadura de refuerzo PSB® se puede utilizar si:

$$v_{Rd,c} < v_{Ed} < v_{Rd,max}$$

La capacidad máxima del forjado se excede si:

$$v_{Ed} > v_{Rd,max}$$



$$s_l \leq 0,75 \cdot d$$

$$0,35 \cdot d \leq s_0 \leq 0,5d$$

(ETA-13/0151)

Número de anclajes y longitud de las armaduras de refuerzo ver Figura 8 (Informe Técnico EOTA TR 060)

- Longitud requerida para el perímetro exterior

$$u_{out,req} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{v_{Rd,c,out} \cdot d} = 6695 \text{ mm}$$

- Capacidad de punzonamiento a cortante en el perímetro exterior del forjado

$$v_{Rd,c,out} = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k_d \cdot (\rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \\ \frac{0,0525}{\gamma_c} \cdot k_d^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} \end{array} \right. = 0,603 \text{ MPa}$$

- Longitud requerida de la armadura del elemento

$$l_{s,req} = \frac{u_{out,req} - 2 \cdot (a + b)}{\pi \cdot 2} - 1,5 \cdot d = 563 \text{ mm}$$

- Número mínimo de PSB® en un elemento

$$n_{req} = \frac{l_{s,req} - s_0}{s_1} + 1 = 4,25 \Rightarrow n_{prov} = 5$$

- Longitud seleccionada de un elemento

$$l_{s,prov} = s_0 + (n_{prov} - 1) \cdot s_1 = 675 \text{ mm}$$

- Perímetro de control seleccionado

$$u_{out,prov} = 2\pi \cdot (l_{s,prov} + 1,5 \cdot d) + 2 \cdot a + 2 \cdot b = 7401,5 \text{ mm}$$

- Comprobación de la longitud del perímetro de control exterior

$$u_{out,req} \leq u_{out,prov} \quad l_{s,req} \leq l_{s,prov}$$

$$6695 < 7401,5 \quad 563 < 675$$

Capacidad del forjado en el perímetro exterior (EOTA TR 060)

$$v_{Ed,out} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{u_{out,prov} \cdot d} = 0,545 \text{ MPa} \quad v_{Ed,out} = \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{u_{out,prov} \cdot d}$$

$$v_{Rd,c,out} \geq v_{Ed,out}$$

$$0,603 > 0,545$$

Para pilar interior  $\beta_{red} = 1,15$

$$v_{Rd,c,out} \geq \frac{\beta_{red} \cdot V_{Ed}}{u_{out,req} \cdot d}$$

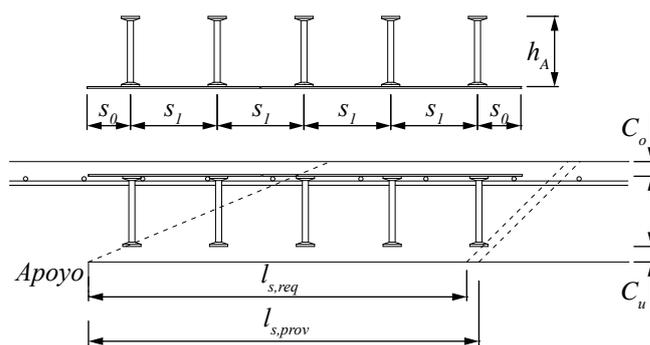
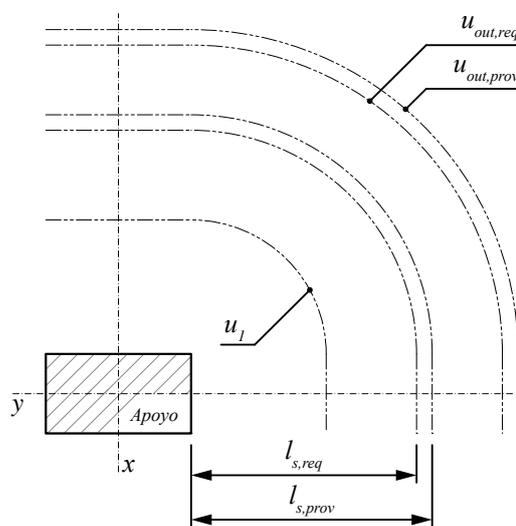


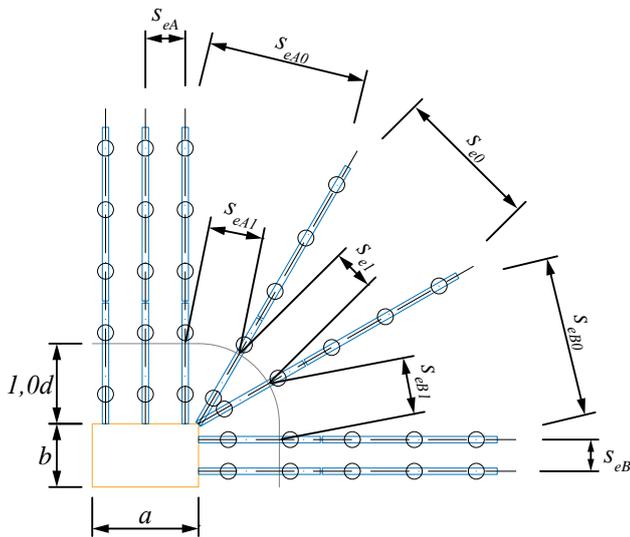
Figura 8. Disposición de los anclajes en un forjado reforzado con PSB®.

Número de elementos de armadura de refuerzo (EOTA TR 060)

- Condición debida a la capacidad –  $m_{c,reg}$

$$m_{c,reg} \geq \frac{\beta \cdot V_{Ed} \cdot \eta}{n_c \cdot A_{si} \cdot f_{yd}}$$

- Condición debida a la separación –  $m_{spac}$



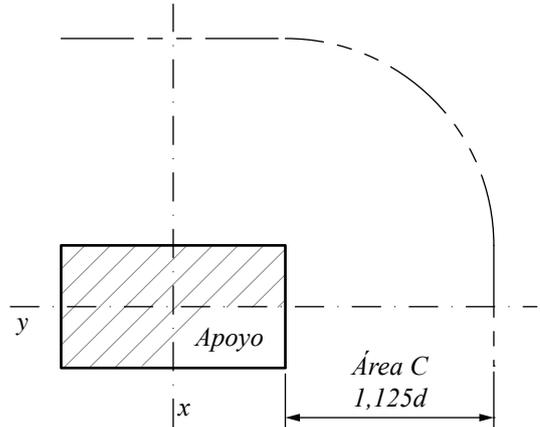
$A_{si}$  – es el área de la sección transversal de un anclaje

$$\eta = \begin{cases} = 1,0 & \text{for } d \leq 200mm \\ = 1,6 & \text{for } d \geq 800mm \end{cases}$$

Utilizar la interpolación lineal para otros valores.

$n_c$  = número de anclajes en el área "C"

$$n_c = 2$$



(ETA-13/0151)

$$\max \begin{Bmatrix} s_{eA0} \\ s_{e0} \\ s_{eB0} \end{Bmatrix} \leq 3,5 \cdot d \quad \max \begin{Bmatrix} s_{eA} \\ s_{eA1} \\ s_{e1} \\ s_{eB1} \\ s_{eB} \end{Bmatrix} \leq 1,7 \cdot d$$

Diámetro de los anclajes	10	12	14	16	20	25
$m_{c,reg}$	12	9	7	5	3	2
$m_{c,spac}$	8	8	8	8	8	8
$m_{c,prov} = \max \begin{Bmatrix} m_{c,reg} \\ m_{c,spac} \end{Bmatrix}$	12	9	8	8	8	8

Capacidad total del PSB® (EOTA TR 060)

$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot \frac{d_A^2 \cdot \pi \cdot f_{yk}}{4 \cdot \gamma_s \cdot \eta} = 1060,3 \text{ kN}$$

$$\beta \cdot V_{Ed} \leq V_{Rd,sy}$$

$$839,5 < 1060,3$$

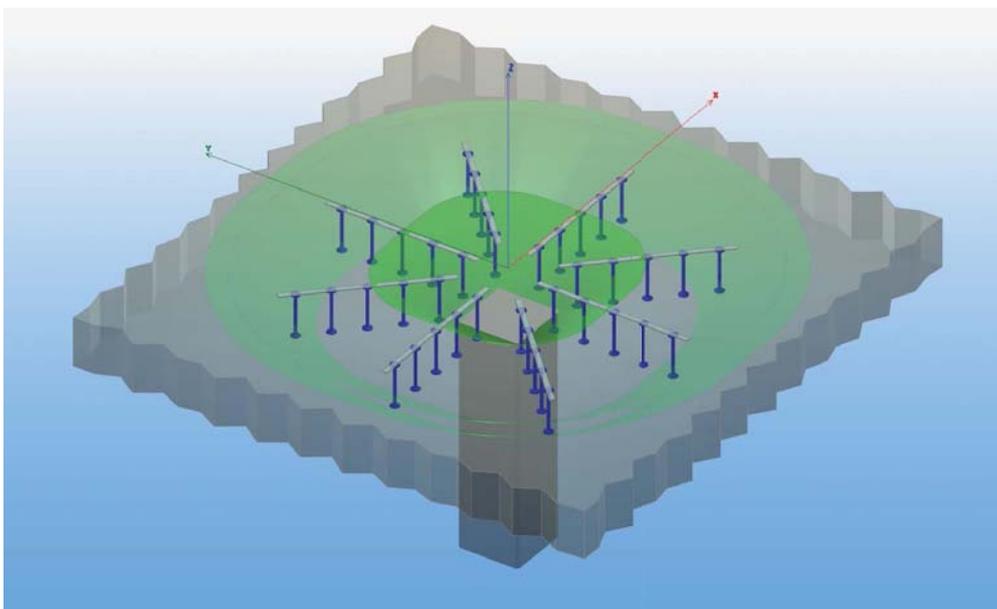
$$V_{Rd,sy} = m_c \cdot n_c \cdot \frac{d_A^2 \cdot \pi \cdot f_{yk}}{4 \cdot \gamma_s \cdot \eta}$$

$m_c$  = número de elementos  
 $d_A$  = diámetro del anclaje del PSB®

8×PSB-14/195-2/300 (75/150/75) & 8×PSB-14/195-3/450 (75/150/150/75)

○

8×PSB-14/195-5/750 (75/4×150/75)



El resultado del tipo y distribución de la armadura de refuerzo propuesta por Peikko Designer® es el más económico. Si fuese necesario, el diámetro de los anclajes y el número de elementos PSB® pueden ser modificados manualmente por el usuario. Los elementos PSB® seleccionados se nombran con unos códigos específicos del producto. Los planos y secciones de los elementos PSB® seleccionados están también disponibles en los informes de cálculo que se generan del Peikko Designer®, y pueden ser exportados a archivos DXF. El informe de cálculo generado del Peikko Designer® también incluye un resumen de los datos de entrada y las verificaciones estáticas de las capacidades para cada caso individual dentro de cada proyecto. La lista de los accesorios recomendados para la instalación del PSB® está también disponible en los resultados del Peikko Designer®.

Las armaduras de refuerzo PSB® para los forjados planos se puede suministrar como una combinación de 2 elementos (uno de ellos max. 2/3 de la longitud total) o en elementos completos donde todos los anclajes están soldados al perfil de montaje. La equivalencia entre la solución con 2 elementos (uno de ellos max. 2/3) y un elemento completo se muestra en la *Figura 9*.

**8×PSB-14/195-5/750 (75/4×150/75)**

**8×PSB-14/195-2/300(75/150/75)  
& 8×PSB-14/195-3/450(75/150/150/75)**

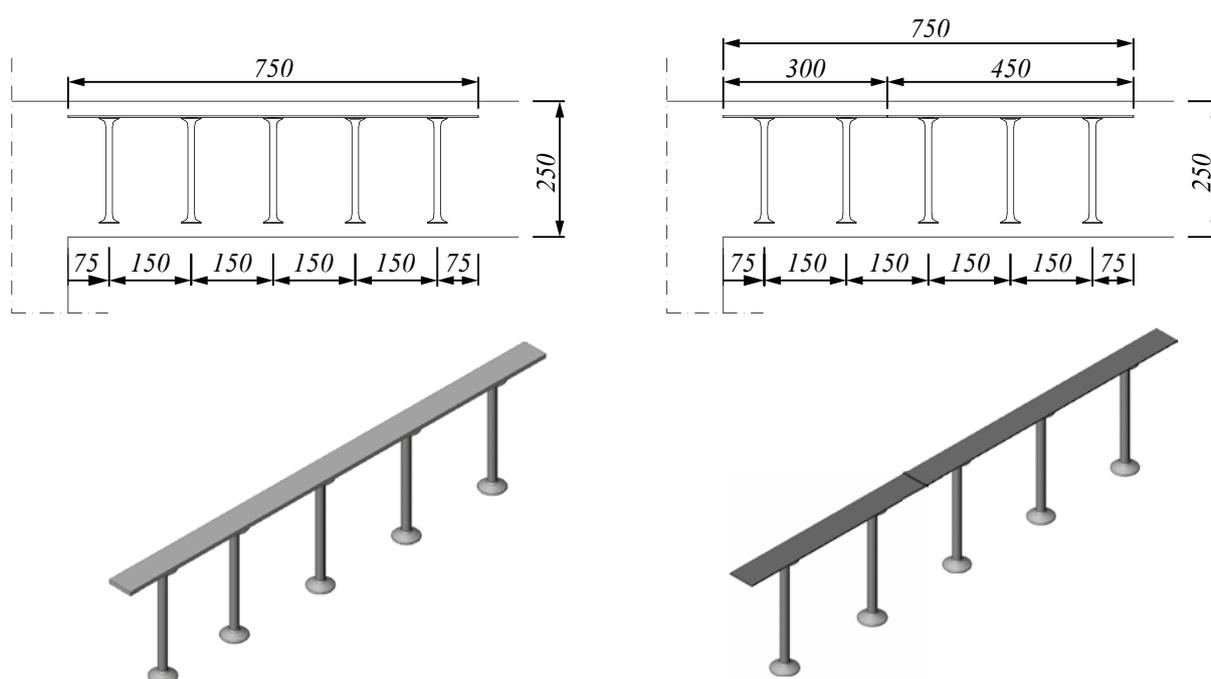


Figura 9. Elemento completo y combinación de 2 elementos (uno de ellos max. 2/3 de la longitud total).

El procedimiento habitual para la apropiada selección del tipo de PSB® utilizando el Peikko Designer® se resume en el diagrama de la *Figura 10*.

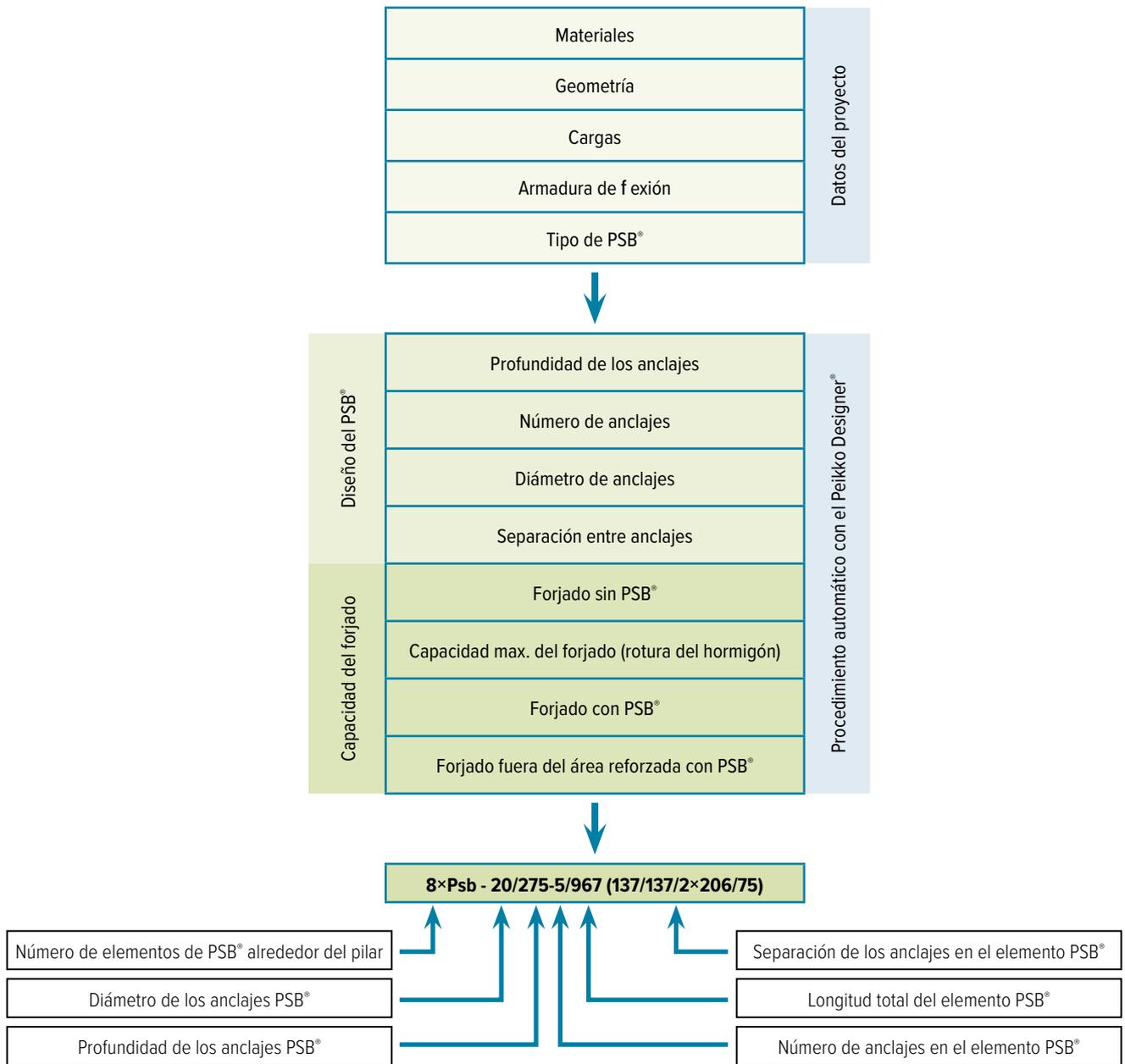


Figura 10. Procedimiento para la selección de la armadura de refuerzo PSB®.

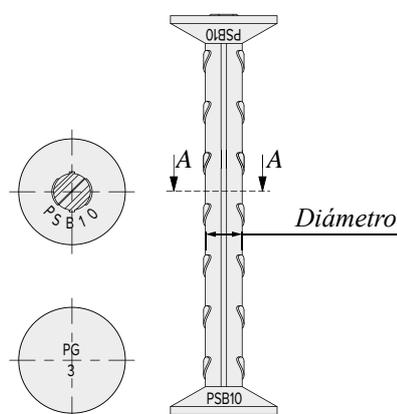
## Instalación de la armadura de refuerzo PSB®

### Instalar el producto

La armadura de refuerzo PSB® se instala en el encofrado según los planos de diseño. Cada elemento PSB® está identificado con un código que se imprime en una pegatina situada en el perfil de montaje.

Los anclajes de doble cabeza PSB® están marcados con el símbolo PG o PEIKKO; el código PSB® con el diámetro correspondiente del anclaje está marcado en el lado contrario a la cabeza cónica.

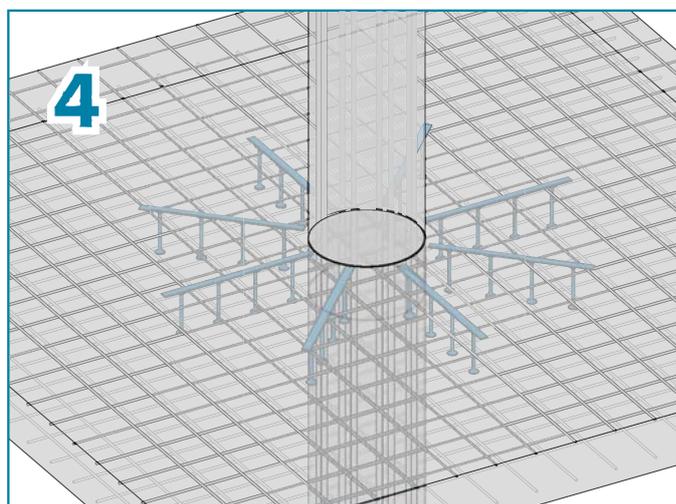
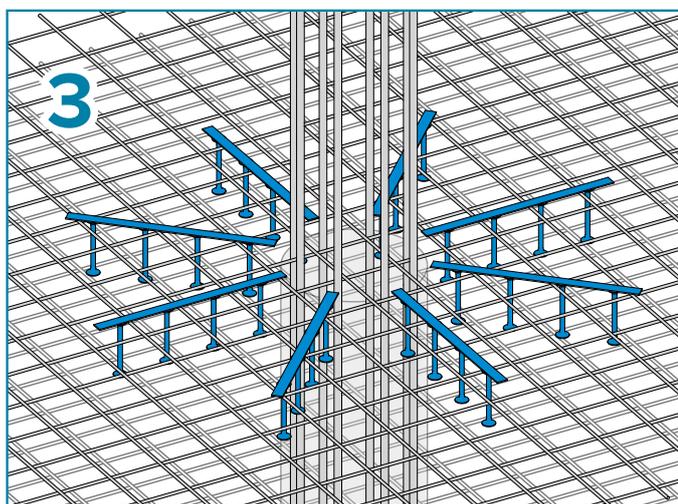
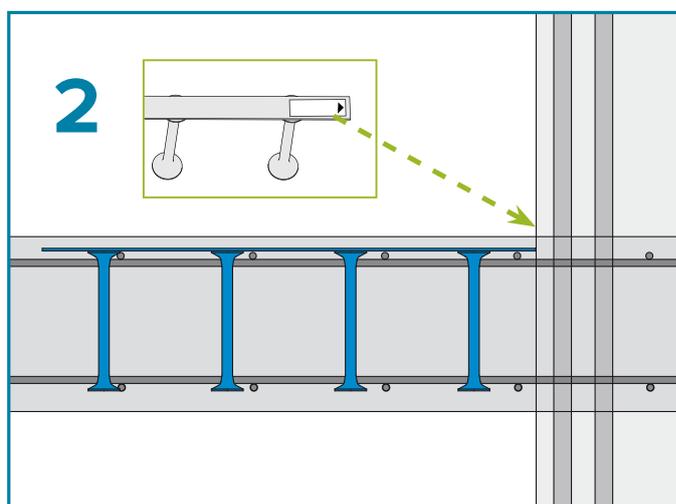
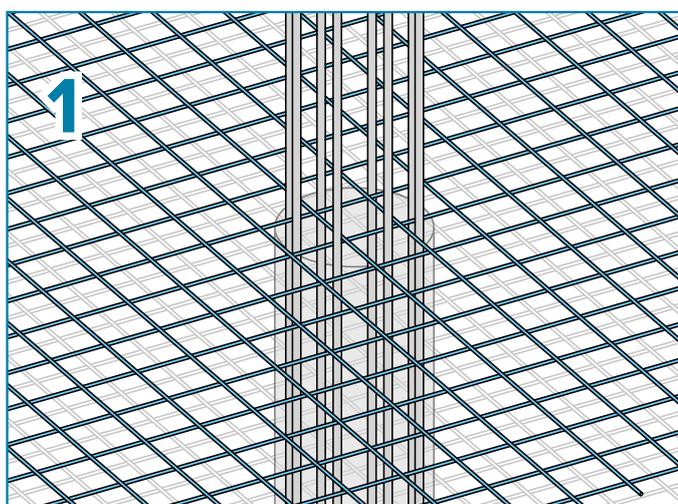
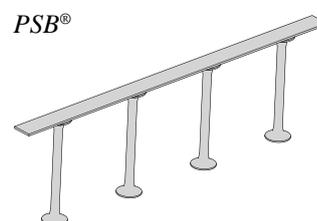
Forma típica del anclaje PSB®.



### Hormigonado in situ de forjados monolíticos y zapatas de cimentación

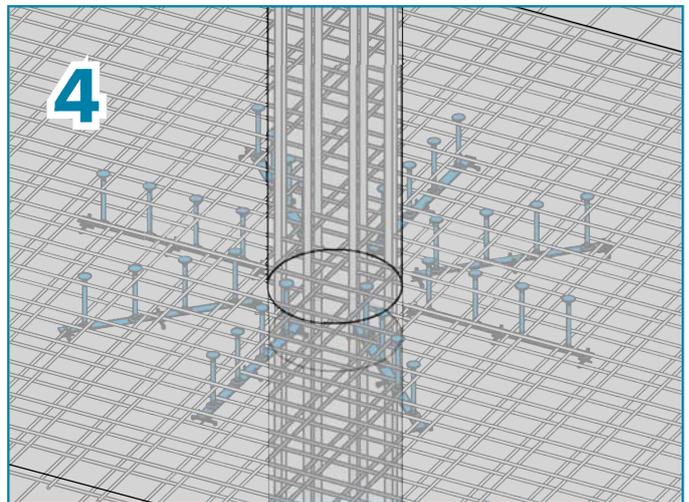
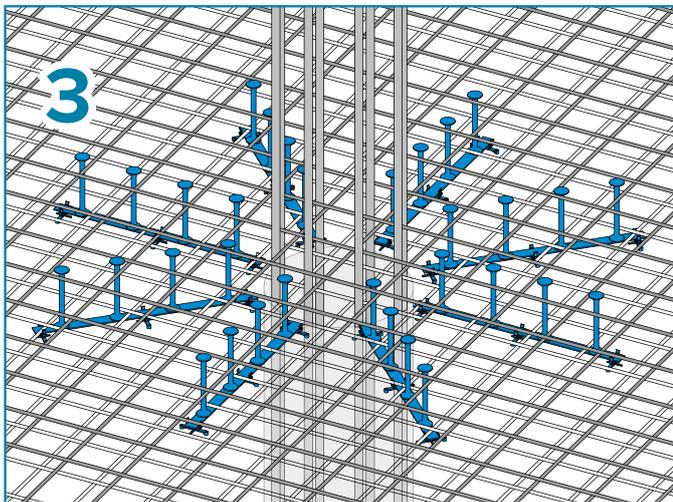
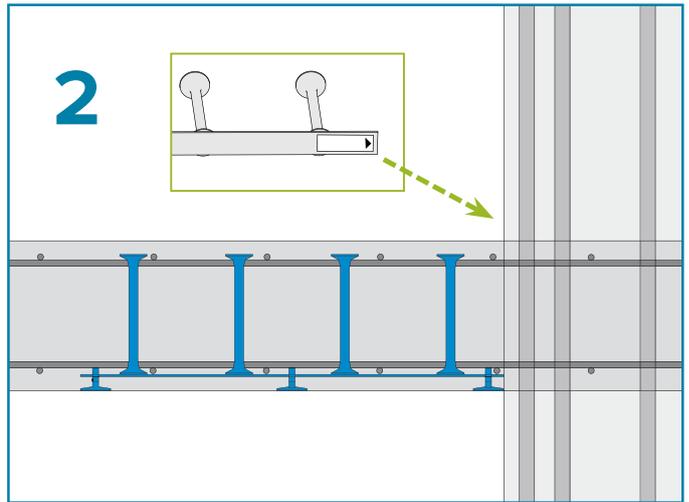
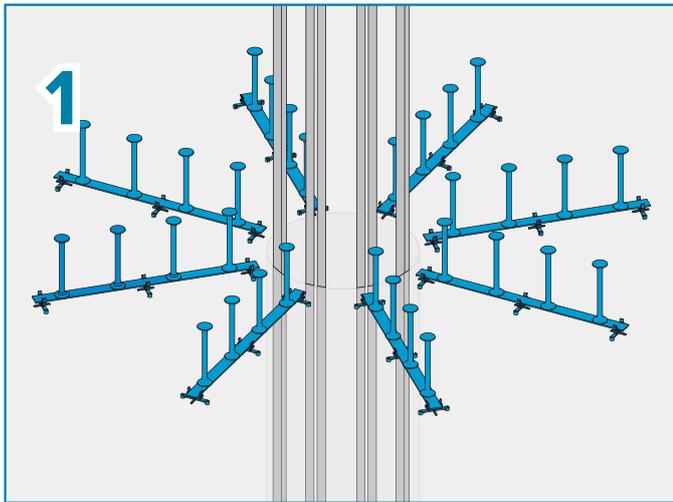
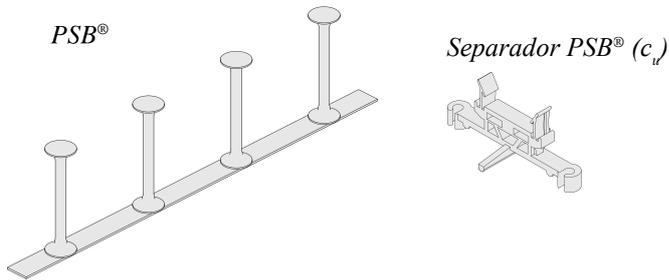
Los elementos PSB® se pueden instalar en forjados monolíticos hormigonados in situ:

- **Instalación superior:** Los elementos PSB® se colocan sobre la armadura de refuerzo principal del forjado. Toda la armadura de flexión se instala en el encofrado antes que los PSB®.



## INSTALACIÓN

- **Instalación inferior:** Los elementos PSB® se colocan en el encofrado del forjado desde abajo, antes de la instalación de la armadura de flexión. Con el fin de conseguir el recubrimiento suficiente de hormigón en los anclajes con cabeza cónica, se deben colocar separadores de plástico PSB® en el perfil de montaje de los elementos PSB®. Los separadores se tienen que pedir aparte de los elementos PSB®.



El tipo y el número de accesorios recomendados (separadores, conectores transversales) para los dos tipos de instalación, están disponibles en los resultados del Peikko Designer®.





## Revisiones

**Versión: ES 12/2020. Revisión: 001**

- Primera publicación.

# Recursos

## HERRAMIENTAS DE DISEÑO

Utilice nuestro potente software todos los días para que su trabajo sea más rápido, más fácil y más fiable. Las herramientas de diseño de Peikko incluyen software de cálculo, componentes 3D para programas de diseño, instrucciones de instalación, manuales técnicos y certificaciones de calidad de todos los productos de Peikko.

[peikko.es/herramientas-de-diseno](https://peikko.es/herramientas-de-diseno)

## SOPORTE TÉCNICO

Nuestros departamentos de asistencia técnica por todo el mundo están disponibles para ayudarle localmente con todas sus preguntas relacionadas con el diseño, la instalación, etc.

[peikko.es/contactenos](https://peikko.es/contactenos)

## CERTIFICACIONES

Los certificados de calidad y los documentos relacionados con el marcado CE (DoP, DoC) se pueden encontrar en nuestros sitios web en la página de cada producto.

[peikko.es/productos](https://peikko.es/productos)

## DAP Y CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN

Las declaraciones ambientales de productos (DAP) y los certificados del sistema de gestión se pueden encontrar en la sección de calidad de nuestros sitios web.

[peikko.es/qehs](https://peikko.es/qehs)

