DOCUMENTO 551 BSF – GUÍA RÁPIDA DE LAS CONEXIONES TELESCÓPICAS BSF	Fecha:	11.09.2014	Firm.:	sss
	Últ. rev.:	14.02.2020	Firm.:	sss
	No. doc.:	K4-10/551E	Contr.:	ps
PLANIFICACIÓN				

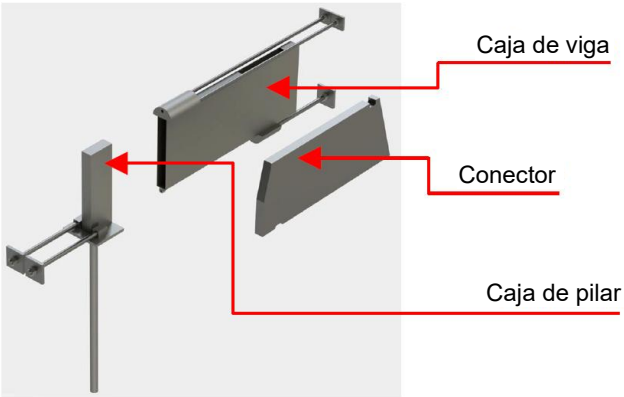
BSF – GUÍA RÁPIDA DE LAS CONEXIONES TELESCÓPICAS BSF

Esta guía rápida tiene como objetivo dar una visión general del uso y los métodos de diseño del sistema BSF, sin entrar en detalles.

Las conexiones telescópicas BSF son una alternativa mecánica a otros sistemas de apoyo de vigas, como ménsulas integradas, ménsulas atornilladas o bloques macizos empotrados. Hay disponibles cinco unidades BSF diferentes, con distintas capacidades en función de su tamaño.

El sistema consta de tres partes principales:

a) Caja de viga. Empotrada en la viga que va a ser apoyada. Funciona en conjunto con barras de refuerzo dobladas según diseño y varillas roscadas para transferir las cargas al interior del hormigón.
b) Caja de pilar. Empotrada en el pilar.
c) Conector. Este elemento sólido de acero es el que realmente transmite la carga de un elemento a otro. Se coloca dentro de la caja de viga y, una vez en posición, se desliza parcialmente hacia fuera para apoyarse sobre el fondo de la caja de pilar. Las varillas roscadas y una barra soldada transfieren las cargas al hormigón.



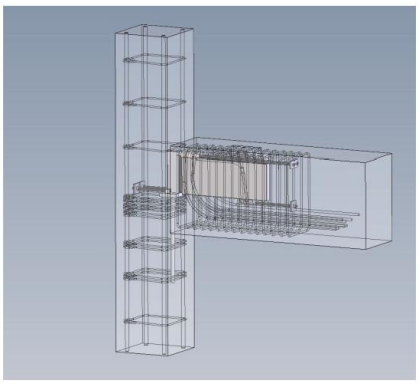


Figura 1: Ilustración de la unidad

Las capacidades nominales y las dimensiones mínimas aproximadas de la viga para las distintas unidades se indican en la Tabla 1. La evaluación final de la dimensión de la viga y la armadura necesaria en el extremo de la viga deberá ser realizada por un ingeniero cualificado en cada caso. Para ello, puede utilizarse como orientación el Documento 521 del fabricante, junto con las normas generales del EC2.

Tipo	Carga vertical máxima en estado límite último sobre la unidad [kN]	Dimensión mínima absoluta aproximada de la viga para alojar la unidad		
		WxH [mm]	X [mm]	Y [mm]
BSF225	225	190×370	≈116mm	≈306mm
BSF300	300	190×420	≈116mm	≈349mm
BSF450	450	190×440	≈116mm	≈369mm
BSF700	700	310×500	≈239mm	≈424mm
BSF1100	1100	310×590	≈239mm	≈518mm

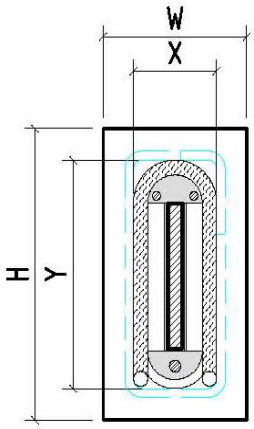
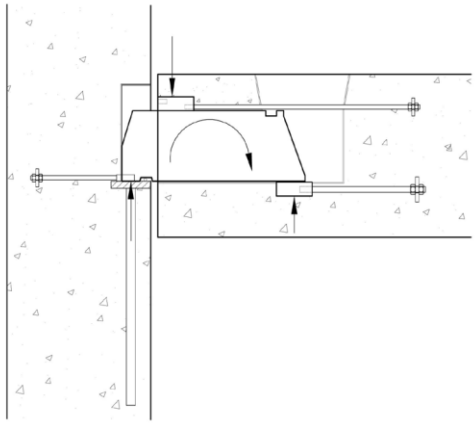


Tabla 1: Capacidades y dimensiones mínimas aproximadas de la viga para alojar las diferentes unidades

MATERIALES

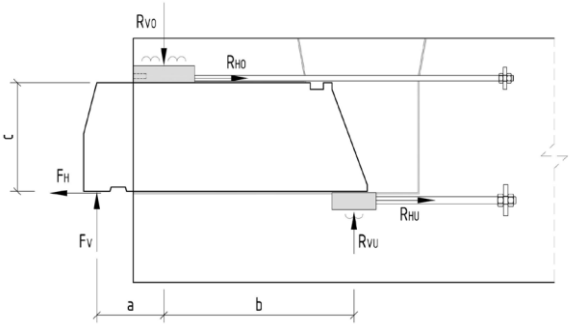
Todas las partes están fabricadas en acero. Los tres componentes principales mostrados anteriormente son de acero de grado S355. Las varillas roscadas son de grado 8.8, y las arandelas de pletina son de grado S355. Los diseños se basan en un hormigón de clase C35/45. (para BSF1100: B45/55 en el pilar) Un hormigón más resistente no aumentará las capacidades, ya que están limitadas por la capacidad de la unidad de acero. Un hormigón más débil **puede** reducir las capacidades.

PRINCIPIOS DE DISEÑO



Cuando se despliega, el conector sobresale de la viga hacia el pilar. Este extremo libre se apoya en la base de la caja de pilar, lo que induce una rotación del conector. Esta rotación es resistida por el apoyo del conector sobre bloques semicirculares en la viga (véase más abajo). Estos bloques semicirculares, a su vez, se apoyan sobre una armadura, que no se muestra en el diagrama, pero se trata más adelante en la guía.

FUERZAS VERTICALES



Las fuerzas horizontales R_{HO} y R_{HU} se asumen como $0{,}2F_V$ y $0{,}1F_V$ respectivamente (véase más adelante la justificación. La unidad BSF1100 tiene una distribución ligeramente diferente de las fuerzas horizontales, véase el Documento 521.)

Considerando el equilibrio de momentos respecto al bloque semicircular en la parte posterior del conector:

$R_{VO} \times b = F_V \times (a+b) + R_{HO} \times c = F_V \times (a+b) + 0{,}2F_V \times c$ obteniendo que

$R_{VO} = F_V \times (a + b) / b + 0{,}2F_V \times c / b$

Y verticalmente: $R_{VU} = R_{VO} - F_V$

A partir de estas ecuaciones se obtiene los valores de R_{VO}, R_{VU}, R_{HO} y R_{HU}, como se muestra a continuación.

Tipo	F_V (kN)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	R_{VO} (kN)	R_{VU} (kN)
BSF225	225	115	340	195	327	102
BSF300	300	125	330	235	456,4	156,4
BSF450	450	152,5	432,5	250	660,7	210,7
BSF700	700	165	420	280	1068	368
BSF1100	1100	206	704	360	1557	457

Tabla 2. Fuerzas verticales (nominales)

La tabla anterior muestra los valores “ideales” para a, b y c. Se obtienen valores más críticos al incluir la tolerancia desfavorable en la posición de la armadura de anclaje (±5 mm) y la tolerancia máxima de montaje en obra (10 mm). Esto conduce a los valores indicados en la tabla 3 que se muestra a continuación.

Tipo	F_V (kN)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	R_{VO} (kN)	R_{VU} (kN)
BSF225	225	130	330	195	340,2	115,2
BSF300	300	140	320	235	475,3	175,3
BSF450	450	167,5	422,5	250	681,7	231,7
BSF700	700	180	410	280	1103	403
BSF1100	1100	221	694	360	1587	487

Tabla 3. Fuerzas verticales (máximas)

Estos valores más altos se utilizan para evaluar las cuantías de armadura. La armadura es de grado 500C, con una tensión admisible de diseño de 435 N/mm^2. *(Nota: Puede utilizarse acero de armadura de diferentes calidades, siempre que los cálculos consideren el límite elástico real del acero ($f_y \leq 500$ MPa) y que la capacidad de doblado sea suficiente para adaptar la armadura vertical de suspensión al perfil semicircular de acero en la parte frontal y trasera de la unidad.)*

ARMADURA DE ANCLAJE VERTICAL

Se disponen barras especiales para transmitir las fuerzas verticales que el conector impone sobre los bloques semicirculares. Las barras frontales deben transmitir las fuerzas hacia la parte inferior del elemento, preferiblemente solapándose con la armadura principal de tracción de la viga. Del mismo modo, las barras de posteriores deben transmitir las fuerzas hacia la parte superior del elemento. Se considera una buena práctica que las curvaturas de estas barras superen el mínimo permitido, con el fin de evitar aplastamientos locales del hormigón en el interior de la curva.

La armadura que resiste la fuerza R_{VO} se indica a continuación.

Tipo	R_{VO} (kN)	A_s req (mm²)	Barras	A_s prov. (mm²)
BSF225	340,2	782	2 x Ø16	804
BSF300	475,3	1093	3 x Ø16	1206
BSF450	681,7	1567	4 x Ø16	1608
BSF700	1103	2536	3 x Ø25	2940
BSF1100	1587	3648	4 x Ø25	3920

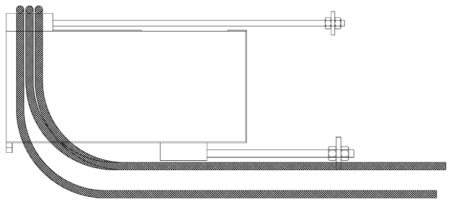


Tabla 4. Armadura para R_{VO}

La armadura que resiste la fuerza R_{VU} se indica a continuación.

Tipo	R_{VU} (kN)	A_s req (mm²)	Barras	A_s prov. (mm²)
BSF225	115,2	265	2 x Ø10	312
BSF300	175,3	403	2 x Ø12	452
BSF450	231,7	533	2 x Ø16	804
BSF700	403	926	2 x Ø16 + 1 x Ø12	1030
BSF1100	487	1120	3 x Ø16	1206

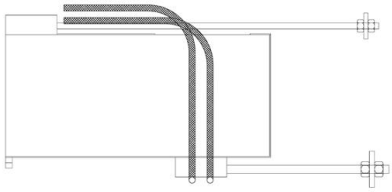


Tabla 5. Armadura para R_{VU}

El Documento 521 proporciona una guía para calcular los radios de curvatura requeridos. Los radios de curvatura típicos para estas barras especiales se muestran a continuación. Los valores marcados con ' * ' están diseñados para ajustarse a los bloques de apoyo semicirculares y no pueden reducirse.

Tipo	Ø de Barra (mm)	Radio superior (mm) *	Radio inferior (mm)
BSF225	16	38	125
BSF300	16	38	175
BSF450	16	38	225
BSF700	25	87,5	225
BSF1100	25	87,5	250

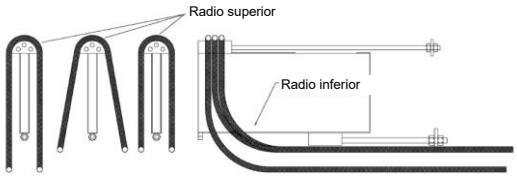


Tabla 6. Barras frontales – Radios de curvatura típicos

Tipo	Ø de Barra (mm)	Radio inferior (mm) *	Radio superior (mm)
BSF225	16	38	125
BSF300	16	38	175
BSF450	16	38	225
BSF700	25	87,5	225
BSF1100	25	87,5	250

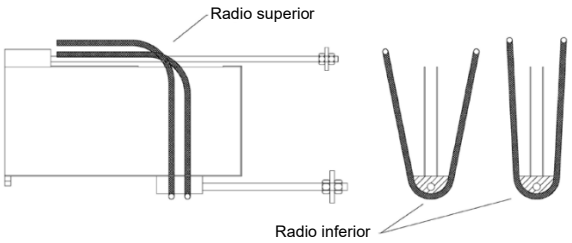


Tabla 7. Barras posteriores – Radios de curvatura típicos

FUERZAS HORIZONTALES

Pueden desarrollarse fuerzas horizontales significativas debido a la retracción y a los efectos térmicos, especialmente si el pilar es rígido. Una vez que estas fuerzas superan la resistencia por fricción, el conector se desliza, aliviando así las tensiones. Los coeficientes de fricción típicos acero-acero varían entre 0,2 y 0,5. El diseño asume un valor global de μ igual a 0,3. Por tanto, la conexión está diseñada para resistir una tracción longitudinal de $0{,}3 \times F_V$. Debido a la geometría del conector, se observa en la Tabla 3 que R_{VU} es aproximadamente la mitad de F_V (esto no aplica para el modelo BSF1100). Suponiendo un valor mínimo de μ = 0,2 en la parte trasera del conector, puede resistirse una fuerza horizontal de $0{,}1 \times F_V$ en ese punto de contacto, y el $0{,}2 \times F_V$ restante debe resistirse en la parte frontal. Para el modelo BSF1100 se da una distribución diferente de las fuerzas horizontales debido a la geometría ligeramente distinta del conector.

Las barras roscadas que resisten las fuerzas R_{HO} y R_{HU} se indican a continuación. Las barras son de grado 8.8.

Tipo	R_{HO} (kN)	Barras	Capacidad$_{prov}$ (kN)	R_{HU} (kN)	Barras	Capacidad$_{prov}$ (kN)
BSF225	45	2 x M12	96	22,5	1 x M16	90
BSF300	60	2 x M12	96	30	1 x M16	90
BSF450	90	2 x M12	96	45	1 x M16	90
BSF700	140	2 x M16	180	70	1 x M20	141
BSF1100	330	2 x M24	406	165	1 x M24	203

Tabla 8. Barras para R_{HO} y R_{HU}

CAJA DE PILAR

Estas mismas fuerzas longitudinales se transmiten a la caja de pilar por fricción. Las fuerzas son resistidas por un par de barras roscadas horizontales. Las barras son de grado 8.8. La fuerza horizontal debe incluirse en el diseño del pilar. Se puede encontrar más información sobre este aspecto en el Documento 521.

Tipo	Fuerza (kN)	Barras	Capacidad$_{prov}$ (kN)
BSF225 - Caja de pilar	67,5	2 x M12	96
BSF300 - Caja de pilar	90	2 x M12	96
BSF450 - Caja de pilar	135	2 x M16	180
BSF700 - Caja de pilar	210	2 x M20	282
BSF1100 – Caja de pilar	330	2 x M24	406

Tabla 9. Barras roscadas en la caja de pilar

Las fuerzas verticales en el pilar se absorben mediante la combinación de una barra vertical soldada y el apoyo directo bajo la base de la caja de pilar. Esto determina tanto el diámetro como la longitud de la barra, así como el tamaño de la base. Los cálculos y el método de diseño se encuentran en el Documento 521.

Tipo	Barra diámetro / longitud (mm)	Placa base ProfundidadxAnchoxEspesor (mm)
BSF225 - Caja de pilar	20 x 600	110 x 100 x 20
BSF300 - Caja de pilar	20 x 600	110 x 150 x 25
BSF450 - Caja de pilar	25 x 600	125 x 180 x 30
BSF700 - Caja de pilar	25 x 790 x 2	150 x 200 x 40
BSF1100 – Caja de pilar	32 x 690 x 2	200 x 250 x 60

Tabla 10. Dimensionamiento de la base de la caja de pilar

CAJAS VIGA-VIGA

Estas son una variante de la caja de pilar, se utiliza cuando no se puede emplear la barra vertical soldada debido a la falta de profundidad de hormigón bajo la caja. Se utilizan en uniones viga–viga, ya sea en el extremo o en el lateral de una viga de apoyo. También pueden emplearse en otras situaciones donde no haya profundidad de hormigón bajo la caja. Los Documentos 525 y 526 incluyen algunos ejemplos de uso y de cálculos.

La placa de base y la barra vertical se sustituyen por un bloque de presión semicircular y estribos que pasan por debajo de la caja. Siguiendo los mismos principios utilizados en la unidad de viga, estos estribos resistirán la carga vertical. El tamaño y número de barras se indican en la Tabla 11. Sin embargo, debido a las posibles variaciones en el perfil del hormigón, la geometría de estas barras es muy variable y debe definirse según criterios prácticos, dependiendo de cómo se prevea el flujo de fuerzas. Las cajas Viga-Viga también cuentan con una barra roscada con arandela de pletina en la cara posterior para absorber cargas horizontales. La longitud requerida de la barra roscada dependerá del recubrimiento de hormigón y del armado en la zona de anclaje.

Tipo	Estribos	Barras roscadas	Arandela de pletina
BSF225 - Caja Viga-Viga	2 x 16 Ø	2 x M12 x 650	50 x 50 x 8
BSF300 - Caja Viga-Viga	2 x 16 Ø	2 x M12 x 650	50 x 50 x 8
BSF450 - Caja Viga-Viga	3 x 16 Ø	1 x M20 x 750	90 x 90 x 12
BSF700 - Caja Viga-Viga	2 x 25 Ø	2 x M20 x 750	160 x 90 x 12
BSF1100 - Caja Viga-Viga	3 x 25 Ø	2 x M24 x 1000	110 x 110 x 15

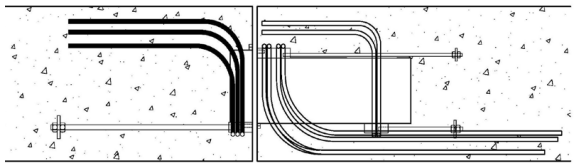


Tabla 11. Barras para cajas Viga-Viga

NIVELES DE REFERENCIA EN EL DISEÑO

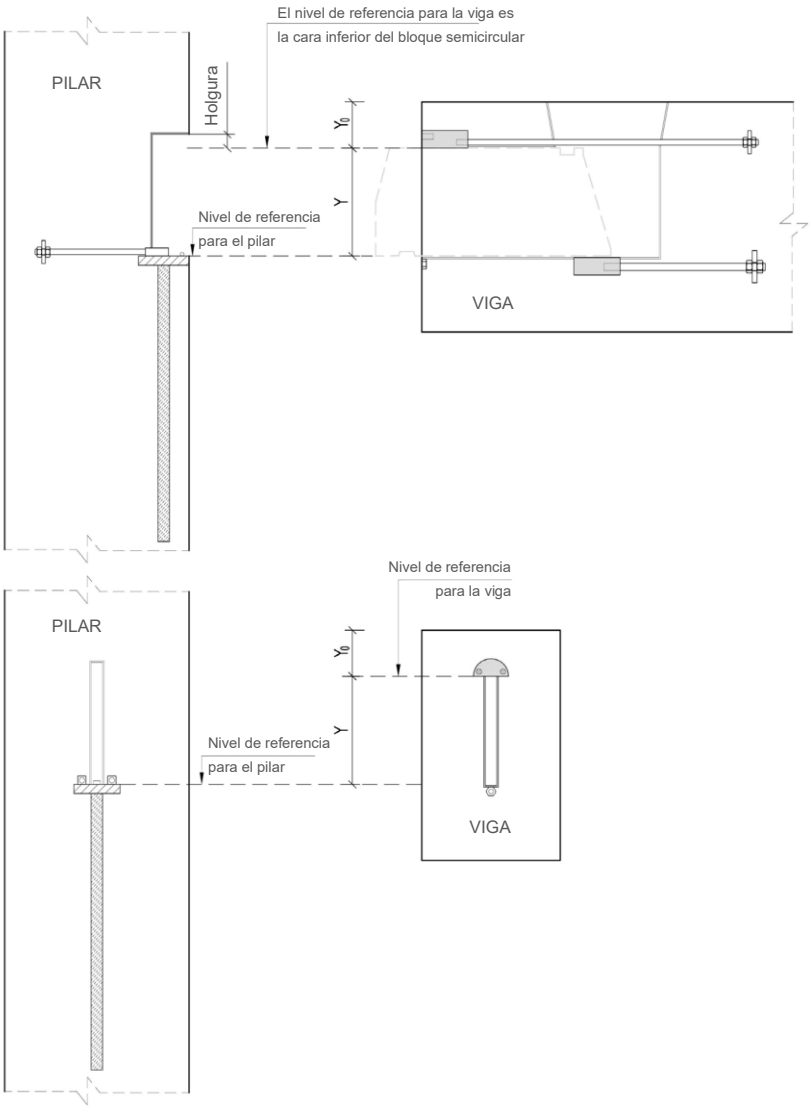


Figura 2: Ilustración – niveles de referencia

Los niveles de referencia indicados en las figuras anteriores son puntos de posicionamiento de las unidades. Estos son los puntos que deben especificarse en los planos de producción de los componentes, con el fin de garantizar la colocación correcta de las unidades en el encofrado. Las diferencias de cota entre los dos niveles corresponden a la altura del conector y figuran en la Tabla 12.

Tipo	Y (mm)	Y_0 (mm)	Y + Y_0 (mm)
BSF225	195	100	295
BSF300	235	100	335
BSF450	250	100	350
BSF700	280	125	405
BSF1100	360	125	485

Tabla 12: Distancia entre niveles de referencia del pilar y la viga

HISTORIAL DE REVISIONES	
Fecha:	**Descripción:**
11.09.2014	Primera edición
23.01.2015	Se incluyeron los niveles de referencia
27.02.2015	Incluida una tuerca en la parte frontal de la pletina que ancla las barras roscadas. (Para asegurar la posición correcta de la pletina durante el vertido del hormigón).
08.01.2016	Incluida nota sobre la calidad del acero de la armadura
24.05.2016	Nueva plantilla
16.11.2018	Incluida la unidad BSF1100
14.02.2020	Actualizada la unidad de pilar. Incluida Caja de pilar BSF1100