

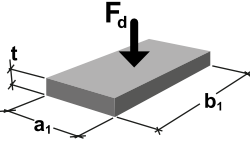
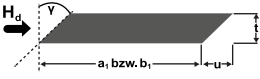
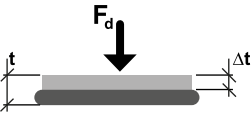
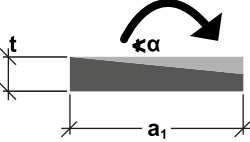
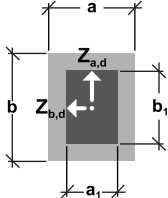
Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Dimensionamiento con valores de diseño

El dimensionamiento de los apoyos se realiza de conformidad con la homologación general de las autoridades de construcción hasta una tensión de compresión de $\sigma_{R,d} = 14 \text{ N/mm}^2$. El concepto de dimensionamiento se basa en el factor de forma. Deben tenerse en cuenta los taladros, las escotaduras y la distancia necesaria respecto a los bordes, de conformidad con la norma DIN EN 1992.

TIPO DE ESFUERZO

valor de dimensionamiento de la capacidad portante	deformación de cizallamiento admisible	deformación del apoyo	ángulo de giro admisible	fuerzas de tracción transversales
				

FÓRMULA

$\sigma_{R,d} = 4,03 \cdot S^{1,16} \leq 14 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	$u \text{ admisible} = 0,6 \cdot (t-2) \text{ [mm]}$	Ver la página 7	$\alpha \text{ admisible} = \frac{450 \cdot t}{a_1} \leq 40 \text{ [‰]}$ (Apoyo rectangular) A tener en cuenta según la homologación: <ul style="list-style-type: none"> • 10 ‰ por la oblicuidad • $\frac{625}{a_1}$ por la falta de planeidad véase también el Folleto 600, DAfStb (Comisión técnica alemana para el hormigón armado)	$Z_{a,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / b_1 \text{ [kN]}$ (en el lado transversal del apoyo) $Z_{b,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / a_1 \text{ [kN]}$ (en el lado longitudinal del apoyo) véase también el Folleto 339, DAfStb (Comisión técnica alemana para el hormigón armado)
Factor de forma S, ver página 2	Fuerza horizontal $H_d = c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / (20000 \text{ mm}^2)$ Para evitar que se deslice el apoyo se requiere una tensión de compresión mínima de 1 N/mm^2 . Valores $c_{s(t)}$ y condiciones marginales, ver la página 9			

LEYENDA DE LOS SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LAS FÓRMULAS

F_d	Fuerza vertical	$\sigma_{R,d}$	Valor de dimensionamiento de la capacidad portante
H_d	Fuerza horizontal	$\sigma_{E,d}$	Tensión de compresión de diseño resultante de la carga
$Z_{a,d}, Z_{b,d}$	Fuerza de tracción transversal	α	Torsión del apoyo
A_E	Superficie del apoyo	$c_{s(t)}$	Rigidez al cizallamiento
S	Factor de forma, relación entre la superficie oprimida del apoyo A_E y la superficie lateral no sometida a esfuerzos	u	Deformación del apoyo por cizallamiento
a_1	Lado más corto del apoyo	Y	Ángulo de empuje
b_1	Lado más largo del apoyo	t	Grosor del apoyo
a	Anchura del componente	Δt	Deformación del apoyo
b	Longitud del componente		

Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Cálculo del factor de forma

Para el dimensionamiento de los apoyos elastoméricos no armados se utiliza el factor de forma S como relación entre el área comprimida y el área de deformación libre. Con el factor de forma S se calcula la tensión de compresión admisible en función de las dimensiones del apoyo.

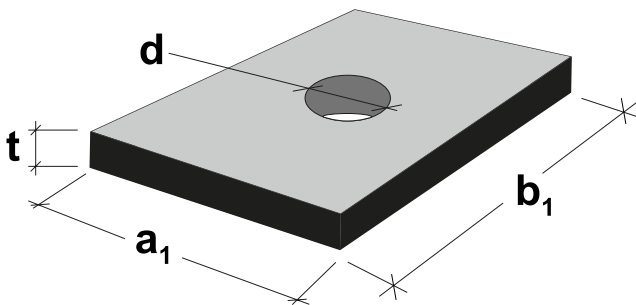
FACTOR DE FORMA PARA APOYOS RECTANGULARES

Sin taladro

$$S = \frac{b_1 \cdot a_1}{2 \cdot t \cdot (b_1 + a_1)}$$

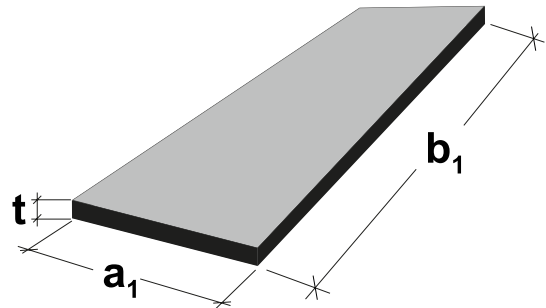
Con taladro, $n \leq 4$

$$S = \frac{a \cdot b - \frac{\pi}{4} n \cdot d^2}{2 \cdot t \cdot (a+b) + t \cdot \pi \cdot n \cdot d}$$



FACTOR DE FORMA PARA APOYOS EN BANDAS

$$S = \frac{a_1}{2 \cdot t} \quad b_1 \gg a_1$$



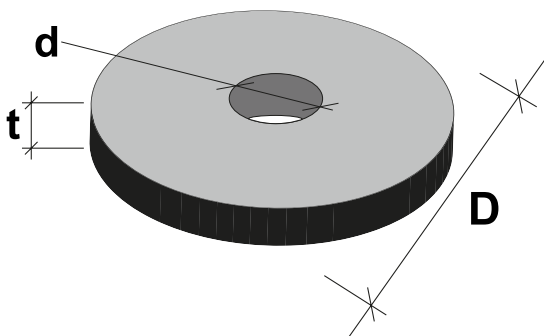
FACTOR DE FORMA PARA APOYOS REDONDOS

Sin taladro

$$S = \frac{D}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot t}$$

Con taladro

$$S = \frac{D-d}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot t}$$



Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grosores: 10 y 15 mm

Las tablas siguientes muestran el valor de dimensionamiento de la capacidad portante y el ángulo de giro admisible en función de las dimensiones del apoyo. Los valores intermedios pueden interpolarse.

APOYO			VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																			
[mm]	α [‰]	[mm]	LONGITUD DEL APOYO [mm]																			
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
10	40,0	50	-	-	-	7,3	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,7	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	10,3	10,4	
	40,0	60	-	-	-	8,4	8,7	9,0	9,3	9,5	9,8	10,2	10,6	11,0	11,2	11,5	11,7	12,0	12,3	12,5	12,6	
	40,0	70	7,7	8,3	8,8	9,3	9,7	10,1	10,5	10,8	11,1	11,7	12,2	12,6	12,9	13,2	13,5					
	40,0	80	8,3	9,0	9,6	10,2	10,7	11,1	11,5	11,9	12,3	13,0	13,6									
	40,0	90	8,8	9,6	10,3	11,0	11,5	12,1	12,5	13,0	13,4											
	40,0	100	9,3	10,2	11,0	11,7	12,3	12,9	13,4	13,9												
	40,0	110	9,7	10,7	11,5	12,3	13,0	13,7														
	37,5	120	10,1	11,1	12,1	12,9	13,7															
	34,6	130	10,5	11,5	12,5	13,4																
	32,1	140	10,8	11,9	13,0	13,9																
	30,0	150	11,1	12,3	13,4																	
	28,1	160	11,3	12,6	13,7																	
	25,7	175	11,7	13,0																		
	22,5	200	12,2	13,6																		
	18,0	250	12,9																			
	15,0	300	13,5																			
	12,9	350	13,9																			
	11,3	400																				
	10,0	450																				
	9,0	500																				
8,2	550																					
7,5	600																					

14,0

APOYO			VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																				
[mm]	α [‰]	[mm]	LONGITUD DEL APOYO [mm]																				
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	75	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500		
15	40,0	70	5,0	5,2	5,5	5,8	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9	7,3	7,6	7,9	8,1	8,3	8,4	8,7	8,9	9,1	9,3		
	40,0	80	5,4	5,6	6,0	6,4	6,7	7,0	7,2	7,4	7,7	8,1	8,5	8,8	9,1	9,3	9,6	9,9	10,2	10,4	10,6		
	40,0	90	5,8	6,0	6,5	6,8	7,2	7,5	7,8	8,1	8,4	8,9	9,4	9,8	10,1	10,4	10,6	11,1	11,4	11,7	11,9		
	40,0	100	6,1	6,4	6,8	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	9,0	9,6	10,2	10,6	11,0	11,4	11,7	12,2	12,6	12,9	13,2		
	40,0	110	6,4	6,7	7,2	7,7	8,1	8,6	8,9	9,3	9,6	10,3	10,9	11,5	11,9	12,3	12,7	13,2	13,7				
	40,0	120	6,6	7,0	7,5	8,1	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2	11,0	11,7	12,3	12,8	13,2	13,6						
	40,0	130	6,9	7,2	7,8	8,4	8,9	9,4	9,9	10,3	10,7	11,6	12,4	13,0	13,6								
	40,0	140	7,1	7,4	8,1	8,7	9,3	9,8	10,3	10,8	11,2	12,2	13,0	13,7									
	40,0	150	7,3	7,7	8,4	9,0	9,6	10,2	10,7	11,2	11,7	12,7	13,6										
	40,0	160	7,5	7,9	8,6	9,3	9,9	10,5	11,1	11,6	12,1	13,2											
	38,6	175	7,7	8,1	8,9	9,6	10,3	11,0	11,6	12,2	12,7	13,9											
	33,8	200	8,1	8,5	9,4	10,2	10,9	11,7	12,4	13,0	13,6												
	27,0	250	8,6	9,1	10,1	11,0	11,9	12,8	13,6														
	22,5	300	9,0	9,6	10,6	11,7	12,7	13,6															
	19,3	350	9,3	9,9	11,1	12,2	13,2																
	16,9	400	9,6	10,2	11,4	12,6	13,7																
	15,0	450	9,8	10,4	11,7	12,9																	
	13,5	500	9,9	10,6	11,9	13,2																	
	12,3	550	10,1	10,7	12,1	13,4																	
	11,3	600	10,2	10,9	12,3	13,6																	

14,0

Utilización en hormigón en obra: integración en poliestireno

Clasificación con la clase de resistencia al fuego F90 / F120: puede ser necesario integrar el apoyo en una placa de protección contra incendios Ciflamon

Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grosores: 20 y 25 mm

APOYO			VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																
[mm]	α [‰]	[mm]	LONGITUD DEL APOYO [mm]																
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	100	110	120	125	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
20	40,0	100	5,2	5,5	5,8	5,9	6,0	6,2	6,5	6,9	7,3	7,6	7,9	8,1	8,4	8,7	9,0	9,2	9,4
	40,0	110	5,5	5,8	6,1	6,3	6,4	6,7	6,9	7,4	7,8	8,2	8,5	8,8	9,1	9,5	9,8	10,1	10,3
	40,0	120	5,8	6,1	6,5	6,6	6,8	7,0	7,3	7,9	8,4	8,8	9,1	9,5	9,8	10,2	10,6	11,0	11,2
	40,0	130	6,0	6,4	6,8	6,9	7,1	7,4	7,7	8,3	8,8	9,3	9,7	10,1	10,4	11,0	11,4	11,8	12,1
	40,0	140	6,3	6,7	7,0	7,2	7,4	7,7	8,0	8,7	9,3	9,8	10,3	10,7	11,1	11,7	12,2	12,6	12,9
	40,0	150	6,5	6,9	7,3	7,5	7,7	8,0	8,4	9,1	9,8	10,3	10,8	11,3	11,7	12,3	12,9	13,4	13,8
	40,0	160	6,6	7,1	7,5	7,7	7,9	8,3	8,7	9,5	10,2	10,8	11,3	11,8	12,3	13,0	13,6		
	40,0	175	6,9	7,4	7,9	8,1	8,3	8,7	9,1	10,0	10,8	11,5	12,1	12,6	13,1	13,9			
	40,0	200	7,3	7,8	8,4	8,6	8,8	9,3	9,8	10,8	11,7	12,5	13,2	13,8					
	36,0	250	7,9	8,5	9,1	9,4	9,7	10,3	10,8	12,1	13,2								
	30,0	300	8,4	9,1	9,8	10,1	10,4	11,1	11,7	13,1									
	25,7	350	8,7	9,5	10,2	10,6	11,0	11,7	12,3	13,9									
	22,5	400	9,0	9,8	10,6	11,0	11,4	12,2	12,9										
	20,0	450	9,2	10,1	11,0	11,4	11,8	12,6	13,4										
	18,0	500	9,4	10,3	11,2	11,7	12,1	12,9	13,8										
	16,4	550	9,6	10,5	11,5	11,9	12,4	13,2											
	15,0	600	9,8	10,7	11,7	12,1	12,6	13,5											

14,0

Utilización en hormigón en obra: integración en poliestireno

Clasificación con la clase de resistencia al fuego F90 / F120: puede ser necesario integrar el apoyo en una placa de protección contra incendios Ciflamon

APOYO			VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]													
[mm]	α [‰]	[mm]	LONGITUD DEL APOYO [mm]													
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	125	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
25	40,0	125	5,2	5,3	5,6	5,8	6,2	6,6	7,0	7,3	7,6	7,8	8,2	8,5	8,8	9,0
	40,0	130	5,3	5,5	5,7	5,9	6,4	6,8	7,2	7,5	7,8	8,0	8,5	8,8	9,1	9,3
	40,0	140	5,6	5,7	6,0	6,2	6,7	7,2	7,6	7,9	8,3	8,5	9,0	9,4	9,7	10,0
	40,0	150	5,8	5,9	6,2	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	8,7	9,0	9,5	10,0	10,3	10,6
	40,0	160	6,0	6,1	6,4	6,7	7,3	7,9	8,3	8,8	9,1	9,5	10,0	10,5	10,9	11,3
	40,0	175	6,2	6,4	6,7	7,0	7,7	8,3	8,8	9,3	9,7	10,1	10,8	11,3	11,8	12,2
	40,0	200	6,6	6,8	7,2	7,5	8,3	9,0	9,6	10,2	10,7	11,1	11,9	12,6	13,1	13,6
	40,0	250	7,3	7,5	7,9	8,4	9,3	10,2	11,0	11,7	12,3	12,9	13,9			
	37,5	300	7,8	8,0	8,5	9,0	10,1	11,1	12,1	12,9	13,7					
	32,1	350	8,2	8,5	9,0	9,5	10,8	11,9	13,0	13,9						
	28,1	400	8,5	8,8	9,4	10,0	11,3	12,6	13,7							
	25,0	450	8,8	9,1	9,7	10,3	11,8	13,1								
	22,5	500	9,0	9,3	10,0	10,6	12,2	13,6								
	20,5	550	9,2	9,5	10,2	10,9	12,5									
	18,8	600	9,4	9,7	10,4	11,1	12,8									

14,0

Utilización en hormigón en obra: integración en poliestireno

Clasificación con la clase de resistencia al fuego F90 / F120: puede ser necesario integrar el apoyo en una placa de protección contra incendios Ciflamon

Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grosor: 30 mm

APOYO			VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]										
[mm]	α [‰]	[mm]	LONGITUD DEL APOYO [mm]										
ángulo de giro admisible	anchura	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
30	40,0	150	5,2	5,7	6,1	6,5	6,8	7,0	7,3	7,7	8,1	8,4	8,6
	40,0	160	5,4	5,9	6,4	6,7	7,1	7,4	7,7	8,1	8,5	8,8	9,1
	40,0	175	5,7	6,2	6,7	7,2	7,5	7,9	8,2	8,7	9,2	9,5	9,8
	40,0	200	6,1	6,7	7,3	7,8	8,2	8,6	9,0	9,6	10,2	10,6	11,0
	40,0	250	6,8	7,5	8,2	8,9	9,4	10,0	10,4	11,3	12,0	12,6	13,2
	40,0	300	7,3	8,2	9,0	9,8	10,4	11,1	11,7	12,7	13,6		
	38,6	350	7,7	8,7	9,6	10,5	11,3	12,0	12,7	13,9			
	33,8	400	8,1	9,2	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6				
	30,0	450	8,4	9,5	10,6	11,7	12,6	13,6					
	27,0	500	8,6	9,8	11,0	12,1	13,2						
	24,5	550	8,8	10,1	11,4	12,5	13,7						
22,5	600	9,0	10,4	11,7	12,9								

14,0

Utilización en hormigón en obra: integración en poliestireno

Clasificación con la clase de resistencia al fuego F90 / F120: puede ser necesario integrar el apoyo en una placa de protección contra incendios Ciflamon

Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grososres: 10, 15, 20, 25 y 30 mm

APOYO EN BANDAS										
APOYO COMPACTO S 65										
GROSORES DEL APOYO										
ANCHURA DEL APOYO a_1 [mm]	t = 10 mm		t = 15 mm		t = 20 mm		t = 25 mm		t = 30 mm	
	$F_{R,d}$	α admisible	$F_{R,d}$	α admisible	$F_{R,d}$	α admisible	$F_{R,d}$	α admisible	$F_{R,d}$	α admisible
	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]
50	583	40	-	-	-	-	-	-	-	-
60	840	40	-	-	-	-	-	-	-	-
70	980	40	-	-	-	-	-	-	-	-
80	1120	40	1006	40	-	-	-	-	-	-
90	1260	40	1260	40	-	-	-	-	-	-
100	1400	40	1400	40	1167	40	-	-	-	-
110	1540	40	1540	40	1433	40	-	-	-	-
120	1680	37,5	1680	40	1680	40	-	-	-	-
130	1820	34,6	1820	40	1820	40	1587	40	-	-
140	1960	32,1	1960	40	1960	40	1863	40	-	-
150	2100	30,0	2100	40	2100	40	2100	40	1750	40
160	2240	28,1	2240	40	2240	40	2240	40	2012	40
170	2380	26,5	2380	39,7	2380	40	2380	40	2293	40
180	2520	25,0	2520	37,5	2520	40	2520	40	2520	40
190	2660	23,7	2660	35,5	2660	40	2660	40	2660	40
200	2800	22,5	2800	33,8	2800	40	2800	40	2800	40
210	2940	21,4	2940	32,1	2940	40	2940	40	2940	40
220	3080	20,5	3080	30,7	3080	40	3080	40	3080	40
230	3220	19,6	3220	29,3	3220	39,1	3220	40	3220	40
240	3360	18,8	3360	28,1	3360	37,5	3360	40	3360	40
250	3500	18,0	3500	27,0	3500	36,0	3500	40	3500	40

Utilización en hormigón en obra: integración en poliestireno

Clasificación con la clase de resistencia al fuego F90 / F120: en caso necesario, integración en una placa de protección contra incendios Ciflamon

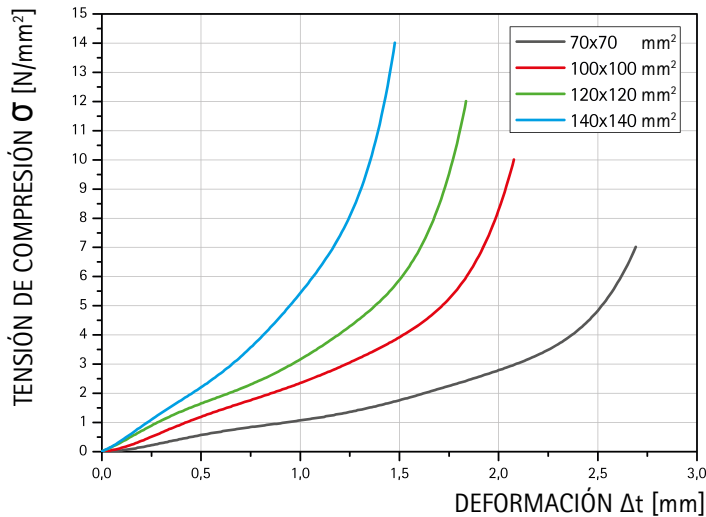
Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

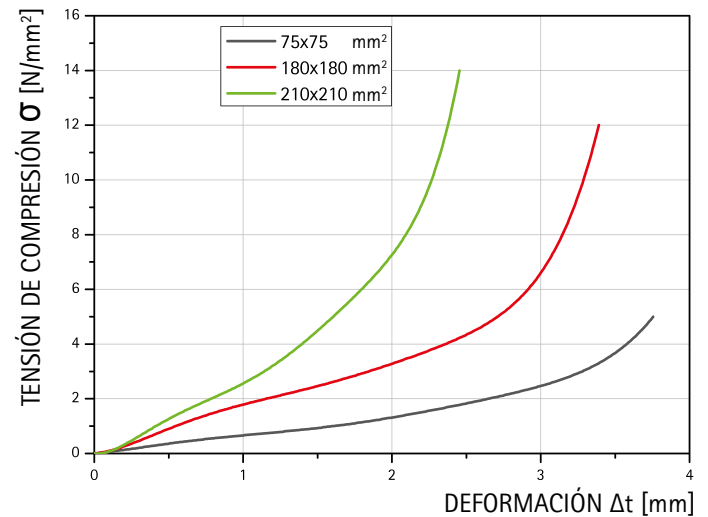
Curvas características de elasticidad

Los siguientes diagramas muestran el comportamiento a compresión de diferentes formatos cuando se utilizan entre superficies de hormigón (elementos prefabricados).

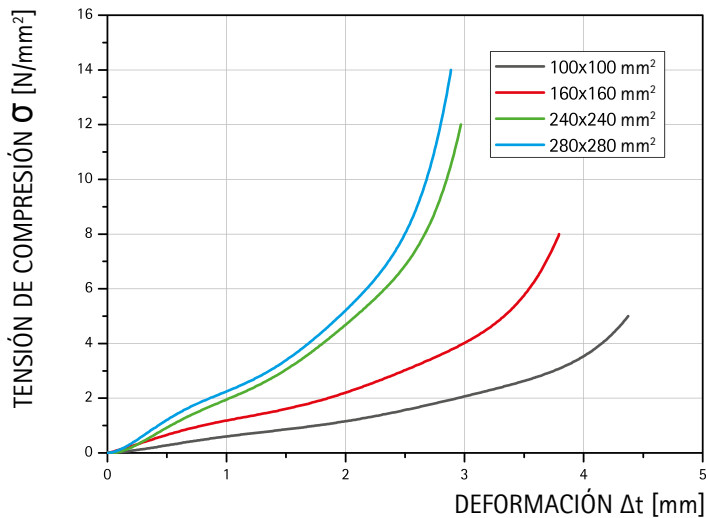
Grosor 10 mm



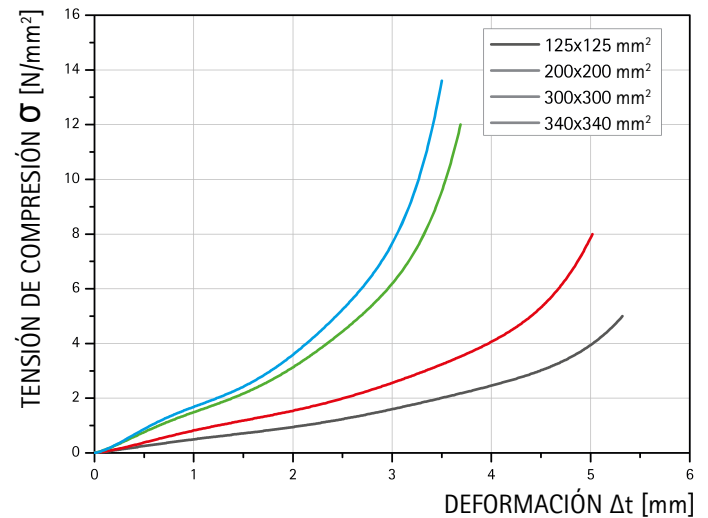
Grosor 15 mm



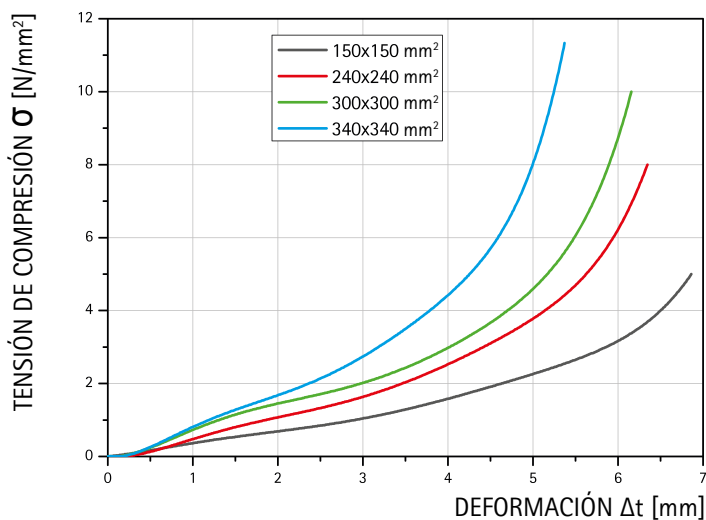
Grosor 20 mm



Grosor 25 mm



Grosor 30 mm



Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Ejemplo de dimensionamiento

Se asume: $F_{E,k} = 590 \text{ kN}$, de acuerdo con $F_{E,d} = 1,4 \times F_{E,k} = 826 \text{ kN}^*$, torsión del apoyo $\alpha = 19 \text{ ‰}$, deformación horizontal $u = 6,2 \text{ mm}$

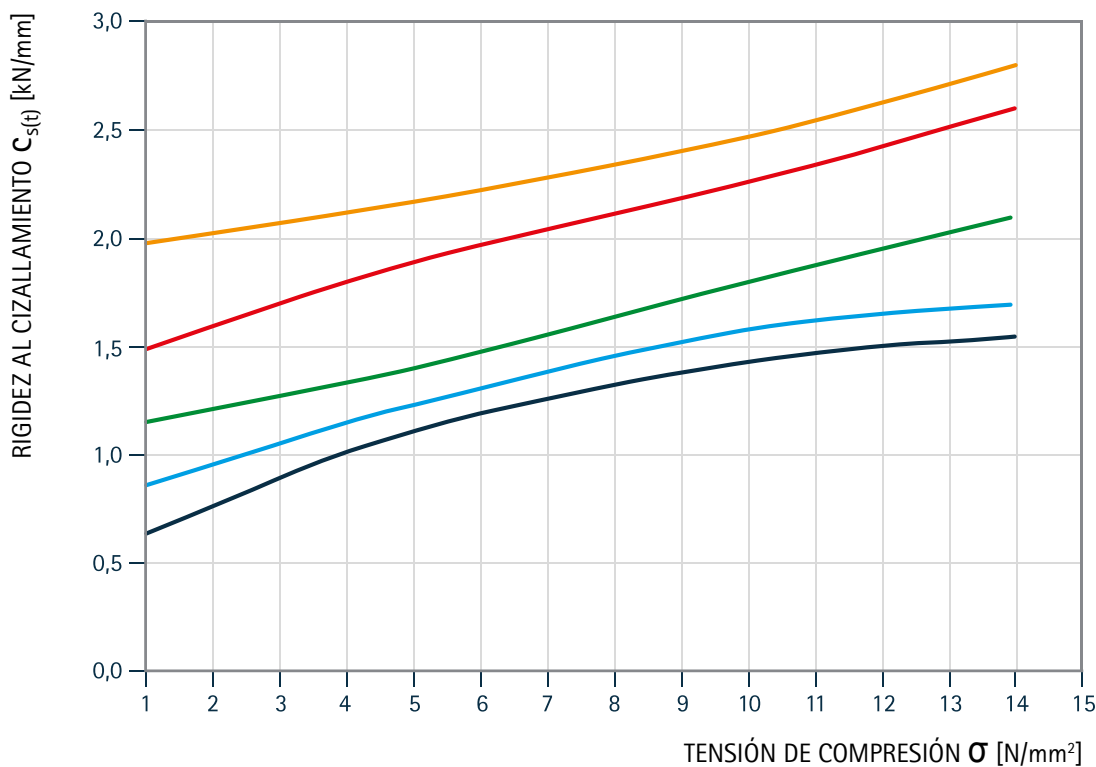
Dimensiones elegidas:	$a_1 = 160 \text{ mm}$, $b_1 = 370 \text{ mm}$, $t = 15 \text{ mm}$
Factor de forma:	$S = \frac{160 \text{ mm} \times 370 \text{ mm}}{2 \times 15 \text{ mm} \times (160 \text{ mm} + 370 \text{ mm})} = 3,7$
Capacidad portante:	$\sigma_{R,d} = 4,03 \times 3,7^{1,16} = 18,4 \text{ N/mm}^2 > 14 \text{ N/mm}^2$ $\rightarrow \sigma_{R,d} = 14 \text{ N/mm}^2$ $F_{R,d} = \sigma_{R,d} \times A_E = 14,0 \text{ N/mm}^2 \times 160 \text{ mm} \times 370 \text{ mm} = 828,8 \text{ kN}$ $F_{R,d} \geq F_{E,d} \rightarrow$ La capacidad portante del apoyo es suficiente
Torsión del apoyo debida a la deformación de los componentes:	$\alpha = 19 \text{ ‰}$
Torsión adicional por oblicuidad:	10 ‰
Torsión adicional por falta de planeidad:	$625 \text{ (mm}^* \text{ ‰)} / a \text{ (mm)} = 625 / 160 \text{ ‰} = 3,9 \text{ ‰}$
Torsión total a absorber:	$\alpha = 19 \text{ ‰} + 10 \text{ ‰} + 3,9 \text{ ‰} = 32,9 \text{ ‰}$ $\alpha \text{ máx.} = 450 \text{ ‰} \times t/a = 450 \text{ ‰} \times 15 \text{ mm} / 160 \text{ mm} = 42,2 \text{ ‰} > 40 \text{ ‰}$ $\rightarrow \alpha \text{ máx.} = 40 \text{ ‰}$ $\alpha \text{ máx.} \geq \alpha \rightarrow$ El ángulo de giro del apoyo es suficiente
Deformación horizontal de los componentes:	$u = 6,2 \text{ mm}$ $u \text{ máx.} = 0,6 \times (t-2) = 7,8 \text{ mm}$ $\text{máx. } u \geq u$ \rightarrow La capacidad de deformación por cizallamiento del apoyo es suficiente

* Nota sobre el factor de seguridad parcial: El factor de seguridad parcial de una carga incidente depende de su tipo. Por ejemplo, para cargas permanentes es 1,35, para cargas variables 1,5. Dado que los apoyos para la construcción deberían utilizarse solamente bajo cargas predominantemente permanentes, puede asumirse un factor de 1,4 para la relación entre la carga característica total y la carga total de dimensionamiento.

Apoyo compacto S 65

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Rigidez al cizallamiento



LEYENDA

- 10 mm
- 15 mm
- 20 mm
- 25 mm
- 30 mm

DIAGRAMA

No es necesario verificar la deformación horizontal por cizallamiento debida a fuerzas horizontales que actúan una sola vez, ya que un pequeño deslizamiento único no provoca ningún cambio perjudicial en el apoyo. Si la deformación por cizallamiento es una deformación por cizallamiento «pura», se requiere una tensión de compresión vertical sobre el apoyo σ_{Ed} de al menos 1 N/mm².

El contenido de este impreso es el resultado de extensas tareas de investigación y de nuestra experiencia en la aplicación práctica. Todas las informaciones e indicaciones se han redactado según nuestro leal saber y entender. No obstante, no se ofrece garantía alguna en cuanto a sus propiedades y no se exonera al usuario de una comprobación propia, también con respecto a derechos de protección de terceros. Queda excluida cualquier responsabilidad por daños y perjuicios, de cualquier tipo y basada en cualquier fundamento jurídico, por el asesoramiento prestado mediante esta publicación. Se reserva el derecho de introducir modificaciones técnicas en el marco del desarrollo del producto.

© Copyright - Calenberg Ingenieure GmbH - 2025

Rev. 1

13 de agosto de 2025

Calenberg Ingenieure GmbH | Am Knübel 2-4 | 31020 Salzhemmendorf | Alemania | info@calenberg-ingenieure.de | www.calenberg-ingenieure.es