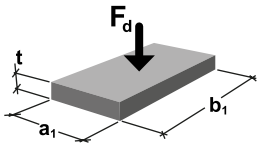
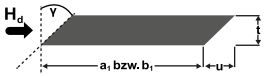
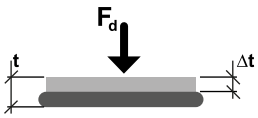
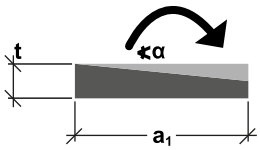
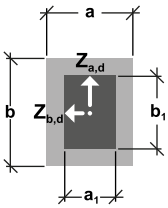
CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

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 $\sigma_{R,d}$ = 28 N/mm². 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				
$\sigma_{R,d} = 6 \cdot S^{1,44} \leq 28$ [N/mm²] Nota: se ha modificado ligeramente la fórmula en la hoja de datos técnicos para facilitar su aplicación Factor de forma S, ver página 2	u admisible = 0,6 · (t-3) [mm] Fuerza horizontal $H_d = c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / 20000$ [kN] Para evitar que se deslice el apoyo se requiere una tensión de compresión mínima de 2 N/mm². Valores $c_{s(t)}$ y condiciones marginales, ver la página 8	Ver la página 6	α admisible = $\frac{400 \cdot t}{a_1} \leq 40$ [‰] (Apoyo rectangular) A tener en cuenta según la homologación: • 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)	$Z_{a,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / b_1$ [kN] (en el lado transversal del apoyo) $Z_{b,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / a_1$ [kN] (en el lado longitudinal del apoyo) véase también el Folleto 339, DAfStb (Comisión técnica alemana para el hormigón armado)

LEYENDA DE LOS SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LAS FÓRMULAS

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

CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

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.

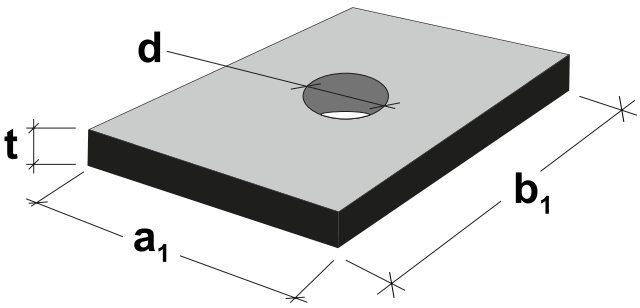
FACTOR DE FORMA PARA APOYOS RECTANGULARES

Sin taladro

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

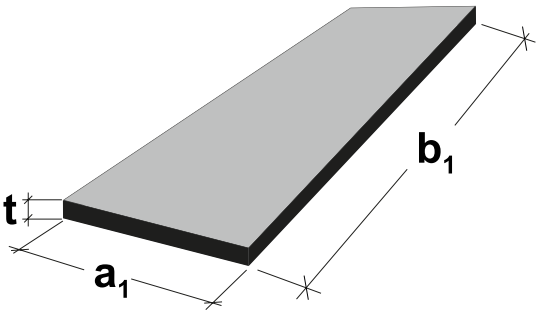
Con taladro, $n \leq 4$

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



FACTOR DE FORMA PARA APOYOS EN BANDAS

$$S = \frac{a_1}{2 \cdot t} \qquad b_1 >> a_1$$



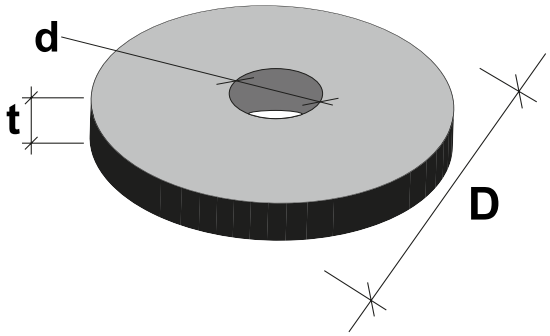
FACTOR DE FORMA PARA APOYOS REDONDOS

Sin taladro

$$S = \frac{d}{4 \cdot t}$$

Con taladro

$$S = \frac{D^2 - d^2}{4 \cdot t \cdot (D+d)}$$



CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grosores: 11 y 16 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 [mm]	α [‰]	[mm]	VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]																		
grosor	ángulo de giro admi-sible	an-chura	LONGITUD DEL APOYO [mm]																		
			70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
11	40,0	50	-	-	-	10,9	11,4	11,9	12,2	12,6	12,9	13,6	14,2	14,7	15,1	15,4	15,7	16,1	16,5	16,8	17,1
	40,0	60	-	-	-	12,9	13,6	14,2	14,7	15,2	15,7	16,6	17,4	18,1	18,7	19,2	19,6	20,3	20,8	21,2	21,6
	40,0	70	11,7	12,8	13,9	14,8	15,6	16,4	17,1	17,7	18,3	19,6	20,6	21,5	22,3	22,9	23,5	24,4	25,2	25,8	26,3
	40,0	80	12,8	14,2	15,4	16,5	17,5	18,5	19,3	20,1	20,8	22,4	23,7	24,8	25,8	26,7	27,4				
	40,0	90	13,9	15,4	16,8	18,1	19,3	20,4	21,4	22,3	23,2	25,1	26,7								
	40,0	100	14,8	16,5	18,1	19,6	20,9	22,2	23,3	24,4	25,4	27,7									
	40,0	110	15,6	17,5	19,3	20,9	22,4	23,9	25,2	26,4	27,6										
	36,7	120	16,4	18,5	20,4	22,2	23,9	25,4	26,9												
	33,8	130	17,1	19,3	21,4	23,3	25,2	26,9													
	31,4	140	17,7	20,1	22,3	24,4	26,4														
	29,3	150	18,3	20,8	23,2	25,4	27,6														
	27,5	160	18,8	21,5	24,0	26,4															
	25,1	175	19,6	22,4	25,1	27,7															
	22,0	200	20,6	23,7	26,7																
	17,6	250	22,3	25,8																	
	14,7	300	23,5	27,4																	
	13,3	330	24,1																		

28,0

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 [mm]	α [‰]	[mm]	VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]																		
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	LONGITUD DEL APOYO [mm]																		
			80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
16	40,0	80	8,3	9,0	9,6	10,2	10,8	11,3	11,7	12,1	13,1	13,8	14,5	15,1	15,5	16,0	16,7	17,3	17,7	18,1	
	40,0	90	9,0	9,8	10,6	11,2	11,9	12,5	13,0	13,5	14,6	15,6	16,4	17,1	17,7	18,2	19,1	19,9	20,5	21,0	
	40,0	100	9,6	10,6	11,4	12,2	12,9	13,6	14,2	14,8	16,1	17,3	18,2	19,1	19,8	20,5	21,6	22,4	23,2	23,8	
	40,0	110	10,2	11,2	12,2	13,1	13,9	14,7	15,4	16,1	17,6	18,9	20,0	21,0	21,9	22,6	24,0	25,0	25,9	26,7	
	40,0	120	10,8	11,9	12,9	13,9	14,8	15,7	16,5	17,3	19,0	20,5	21,7	22,9	23,9	24,8	26,3	27,6			
	40,0	130	11,3	12,5	13,6	14,7	15,7	16,6	17,5	18,4	20,3	22,0	23,4	24,7	25,8	26,9					
	40,0	140	11,7	13,0	14,2	15,4	16,5	17,5	18,5	19,4	21,6	23,4	25,0	26,5	27,8						
	40,0	150	12,1	13,5	14,8	16,1	17,3	18,4	19,4	20,5	22,8	24,8	26,6								
	40,0	160	12,5	14,0	15,4	16,7	18,0	19,2	20,3	21,4	23,9	26,1									
	36,6	175	13,1	14,6	16,1	17,6	19,0	20,3	21,6	22,8	25,5										
	32,0	200	13,8	15,6	17,3	18,9	20,5	22,0	23,4	24,8											
	25,6	250	15,1	17,1	19,1	21,0	22,9	24,7	26,5												
	21,3	300	16,0	18,2	20,5	22,6	24,8	26,9													
	18,3	350	16,7	19,1	21,6	24,0	26,3														
	16,0	400	17,3	19,9	22,4	25,0	27,6														
	14,2	450	17,7	20,5	23,2	25,9															
	13,3	480	18,0	20,8	23,6	26,4															

28,0

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

CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Grosor: 21 mm

APOYO [mm]	α [‰]	[mm]	VALOR DE DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPACIDAD PORTANTE, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]														
grosor	ángulo de giro admisible	anchura	LONGITUD DEL APOYO [mm]														
			110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
21	40,0	110	8,8	9,4	9,9	10,4	10,9	11,9	12,8	13,5	14,2	14,8	15,3	16,2	16,9	17,5	18,0
	40,0	120	9,4	10,0	10,6	11,2	11,7	12,8	13,8	14,7	15,5	16,2	16,8	17,8	18,6	19,4	20,0
	40,0	130	9,9	10,6	11,3	11,9	12,4	13,7	14,8	15,8	16,7	17,5	18,2	19,4	20,4	21,2	21,9
	40,0	140	10,4	11,2	11,9	12,5	13,1	14,6	15,8	16,9	17,9	18,8	19,6	20,9	22,1	23,0	23,8
	40,0	150	10,9	11,7	12,4	13,1	13,8	15,4	16,8	18,0	19,1	20,0	20,9	22,4	23,7	24,8	25,7
	40,0	160	11,3	12,2	13,0	13,7	14,5	16,2	17,7	19,0	20,2	21,3	22,2	23,9	25,4	26,6	27,6
	40,0	175	11,9	12,8	13,7	14,6	15,4	17,3	18,9	20,5	21,8	23,0	24,2	26,1	27,8		
	40,0	200	12,8	13,8	14,8	15,8	16,8	18,9	20,9	22,7	24,4	25,8	27,2				
	33,6	250	14,2	15,5	16,7	17,9	19,1	21,8	24,4	26,7							
	28,0	300	15,3	16,8	18,2	19,6	20,9	24,2	27,2								
	24,0	350	16,2	17,8	19,4	20,9	22,4	26,1									
	21,0	400	16,9	18,6	20,4	22,1	23,7	27,8									
	18,7	450	17,5	19,4	21,2	23,0	24,8										
	16,8	500	18,0	20,0	21,9	23,8	25,7										
	14,0	600	18,8	20,9	23,0	25,1	27,2										
	13,3	630	19,0	21,2	23,3	25,4	27,6										

28,0

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

CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

APOYO EN BANDAS

ANCHURA DEL APOYO a [mm]	COMPACTLAGER CR 2000 GROSORES DEL APOYO					
	t = 11 mm		t = 16 mm		t = 21 mm	
	$F_{R,d}$ [kN/m]	max. α [‰]	$F_{R,d}$ [kN/m]	max. α [‰]	$F_{R,d}$ [kN/m]	max. α [‰]
50	978	40,0	-	-	-	-
60	1527	40,0	-	-	-	-
70	1960	40,0	-	-	-	-
80	2240	40,0	1796	40,0	-	-
90	2520	40,0	2394	40,0	-	-
100	2800	40,0	2800	40,0	-	-
110	3080	40,0	3080	40,0	2640	40,0
120	3360	36,7	3360	40,0	3265	40,0
130	3640	33,8	3640	40,0	3640	40,0
140	3920	31,4	3920	40,0	3920	40,0
150	4200	29,3	4200	40,0	4200	40,0
160	4480	27,5	4480	40,0	4480	40,0
170	4760	25,9	4760	37,6	4760	40,0
180	5040	24,4	5040	35,6	5040	40,0
190	5320	23,2	5320	33,7	5320	40,0
200	5600	22,0	5600	32,0	5600	40,0
210	5880	21,0	5880	30,5	5880	40,0
220	6160	20,0	6160	29,1	6160	38,2
230	6440	19,1	6440	27,8	6440	36,5
240	6720	18,3	6720	26,7	6720	35,0
250	7000	17,6	7000	25,6	7000	33,6

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

CALENBERG

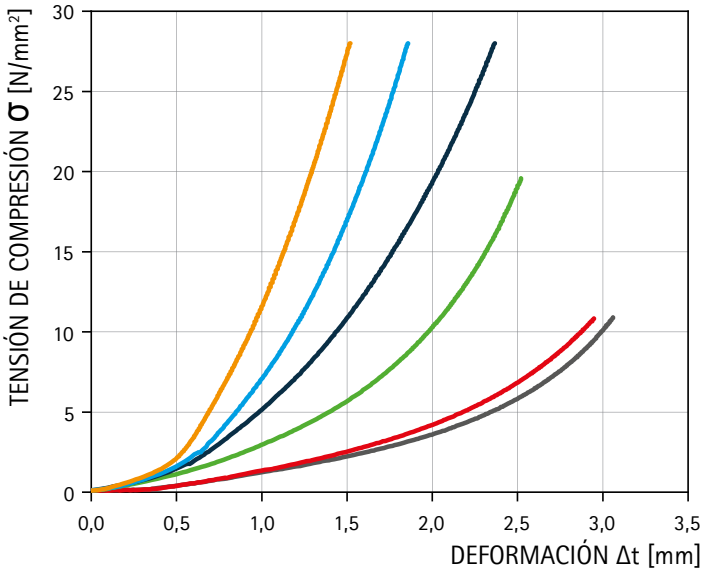
Apoyo compacto CR 2000

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).

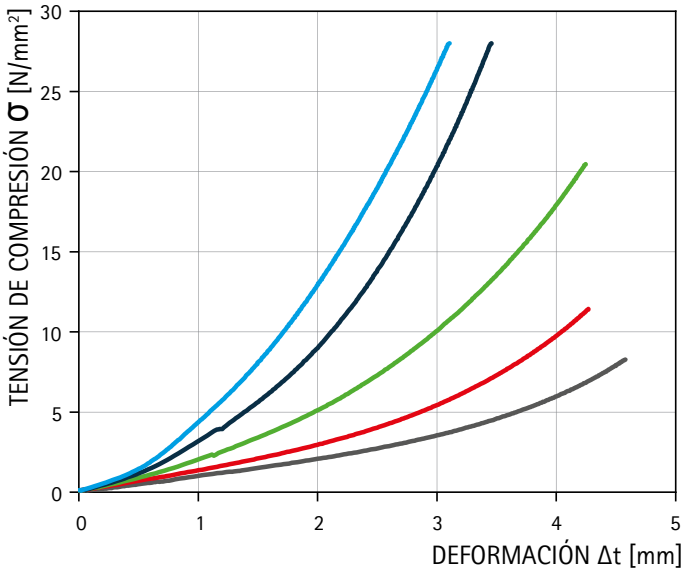
Grosor 11 mm



LEYENDA

- 50 mm x 100 mm
- 70 mm x 70 mm
- 100 mm x 100 mm
- 150 mm x 150 mm
- 200 mm x 200 mm
- 250 mm x 200 mm

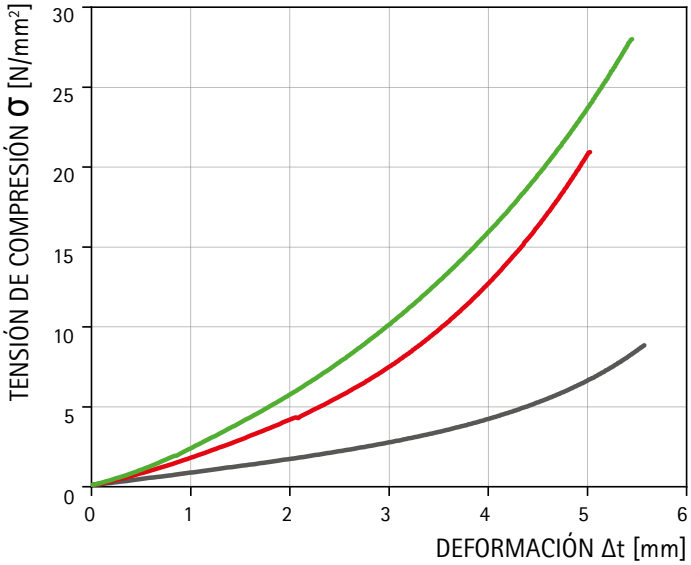
Grosor 16 mm



LEYENDA

- 80 mm x 80 mm
- 100 mm x 100 mm
- 150 mm x 150 mm
- 200 mm x 200 mm
- 250 mm x 250 mm

Grosor 21 mm



LEYENDA

- 110 mm x 110 mm
- 200 mm x 200 mm
- 250 mm x 250 mm

CALENBERG

Apoyo compacto CR 2000

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Ejemplo de dimensionamiento

Se asume: $F_{E,d}$ = 1250 kN, torsión del apoyo α = 12 ‰, deformación horizontal u = 3 mm

Dimensiones elegidas: a_1 = 150 mm, b_1 = 320 mm, t = 16 mm

Factor de forma:

$$S = \frac{150\ \text{mm} \times 320\ \text{mm}}{2 \times 16\ \text{mm} \times (150\ \text{mm} + 320\ \text{mm})} = 3{,}2$$

Capacidad portante:

$\sigma_{R,d} = 6\ \text{N/mm}^2 \times 3{,}2^{1{,}44} = 32\ \text{N/mm}^2 > 28{,}0\ \text{N/mm}^2$

→ $\sigma_{R,d} = 28\ \text{N/mm}^2$

$F_{R,d} = \sigma_{R,d} \times A = 28{,}0\ \text{N/mm}^2 \times 150\ \text{mm} \times 320\ \text{mm} = 1344\ \text{kN}$

$F_{R,d} \geq F_{E,d}$ → La capacidad portante del apoyo es suficiente

Torsión del apoyo por deformación de los componentes: α = 12 ‰

Torsión adicional por oblicuidad: 10 ‰

Torsión adicional por falta de planeidad: 625 (mm*‰) / a (mm) = 625 / 150 = 4,1 ‰

Torsión total a absorber: α = 12 ‰ + 10 ‰ + 4,1 ‰ = 32,9 ‰

α máx. = 400 ‰ x t / a = 400 ‰ x 16 mm / 150 mm = 42,7 ‰ > 40 ‰

→ α máx. = 40 ‰

α máx. ≥ α → El ángulo de giro del apoyo es suficiente

Deformación horizontal de los componentes: u = 3 mm

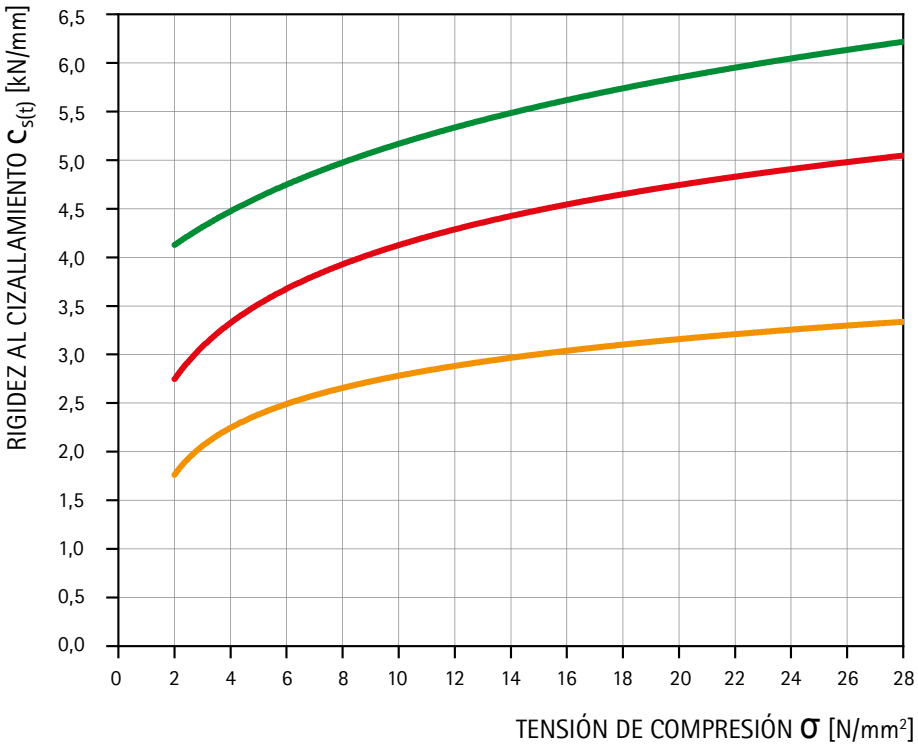
u máx. = 0,6 x (t-3) = 7,8 mm

u máx. ≥ u → La capacidad de deformación por cizallamiento del apoyo es suficiente

Apoyo compacto CR 2000

Apoyo elastomérico estático como soporte para elementos constructivos

Rigidez al cizallamiento



LEYENDA

- 11 mm
- 16 mm
- 21 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 $\sigma_{E,d}$ de al menos 2 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 – 2024

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