

mecanoGumba

A P O Y O S E L A S T O M É R I C O S



APOYOS ELASTOMÉRICOS

GENERALIDADES

Todas las estructuras están sujetas a determinados movimientos, como son los originados por los cambios de temperatura, la acción de las cargas externas y los propios de cada estructura (especialmente en las de hormigón), por lo que precisan un elemento de apoyo que hagan posible tales movimientos sin que se dañen.

Los apoyos elastoméricos permiten:

- Desplazamientos simultáneos en dos direcciones distintas
- Giros simultáneos en tres ejes diferentes.
- Absorción de cargas verticales.
- Absorción de cargas horizontales de corta duración.

Por consiguiente, vemos que una estructura puede descansar sobre apoyos elastoméricos, que absorberán todas las fuerzas sin estorbar sus movimientos.



APOYOS ELASTOMÉRICOS MECANOGUMBA

INTRODUCCIÓN

Los apoyos elastoméricos son elementos de pequeño coste comparándolos con el coste de las obras en que se emplean, pero las consecuencias de posibles fallos en ellos al tener que ser reemplazados resultan muy caras, por lo que es necesario garantizar una calidad invariable en sus características, lo cual solo es posible mediante un control constante en su fabricación

MECANOGUMBA inició su actividad en el año 1.974 y desde entonces no fabrica ningún otro producto que no sean apoyos elastoméricos, pudiendo por tanto afirmarse que es un auténtico especialista en la materia, con una dilatada experiencia.

El proceso de fabricación de MECANOGUMBA está sometido a un estricto PAC (Plan de Aseguramiento de la Calidad) el cual es permanente revisado y puesto al día.

MECANOGUMBA se somete a controles periódicos a cargo de organismos de Certificación, tanto nacionales como del resto de Europa.

De acuerdo con las disposiciones que se establecen en las diversas normas europeas existentes, las cuáles quedarán plenamente recogidas en la futura Norma Europea sobre Apoyos, MECANOGUMBA dentro del marco de su PAC, somete regularmente sus apoyos a ensayos sobre producto terminado completo, y no solo sobre probetas o muestras, solamente así puede asegurarse un control real sobre la perfecta ejecución de los apoyos elastoméricos.

MECANOGUMBA es miembro de AENOR, AFNOR y ATEP, y sus especialistas participan permanentemente en los comités técnicos del CEN (Comité Europeo de Normalización)

La permanente calidad de los apoyos MECANOGUMBA permite que su proyecto y dimensionado se reduzca a una simple selección en nuestras tablas.

En el caso de que no fueran suficientes los datos de dimensiones y esfuerzos indicados en las tablas, les rogamos se sirvan enviarnos características y planos del proyecto para poderles efectuar el correspondiente estudio.



PROGRAMA DE FABRICACIÓN

1. APOYOS ARMADOS

	CARACTERISTICAS	APLICACIONES
1.1 APOYOS ARMADOS STANDARD (Tipo 1)	Soportan cargas verticales de hasta 15.000 kN., así como desplazamientos y giros en todas direcciones. La carga de trabajo admisible es de 15N/mm ² . El desplazamiento admisible máximo es el del orden del 50% de su espesor total.	Puentes con estructura de hormigón o metálica en todas sus versiones. Edificaciones de viviendas e industriales. Depósitos y silos.
1.2 APOYOS ARMADOS ANCLADOS (Tipos 2,4 y 5)	Las mismas que las de los anteriores, pero sus caras externas están ancladas a la estructura, con lo que se impiden los desplazamientos entre el apoyo y la estructura. No deben confundirse con los Apoyos Fijos.	Cuando la carga vertical mínima no garantiza por sí sola que la estructura no deslizará sobre el apoyo o viceversa. Cuando exista posibilidad de que se produzcan ocasionalmente esfuerzos de tracción.
1.3 APOYOS SUPER-BASCULANTES	Su ángulo de giro admisible es doble que el de los apoyos armados standard, permitiendo así el doble de rotación que ellos. Su carga de trabajo admisible es menor de la de los apoyos armados standard.	Son especialmente indicados para cuando existen rotaciones de importancia, y además cuando se desean eliminar vibraciones, o bien cuando hay sensibles diferencias de paralelismo entre las superficies que están en contacto con las caras del apoyo.
1.4 APOYOS DE MONTAJE	La carga de trabajo admisible es de 15N/mm ² y su espesor es fijo de 10 mm. Su desplazamiento admisible es de 5,6 mm.	Son especialmente indicados para centrar las cargas de piezas prefabricadas y para compensar sus diferencias de paralelismo.

2. APOYOS SIN ARMAR

	CARACTERISTICAS	APLICACIONES
2.1 APOYOS SIN ARMAR STANDAD	Su carga de trabajo admisible va de 1,5 a 5N/mm ² , según el formato. El desplazamiento admisible en las medidas normales es del orden de hasta 20 mm.	Su empleo es especialmente económico para cargas puntales de hasta 150 kN, para el apoyo de forjados, escaleras, cubiertas y, en general, las mismas que las de los apoyos armados para cargas de poca magnitud, exceptuando los casos en que existen vibraciones importantes.

3. NORFI® (No fricción)

	CARACTERISTICAS	APLICACIONES
3.1 APOYOS NORFI®	Están formados por dos elementos, el apoyo propiamente dicho y la placa de deslizamiento. Sus dimensiones se determinan en cada caso en función de los desplazamientos y esfuerzos existentes. Admiten los mismos ángulos de giro que los apoyos armados standard y superbasculante de las mismas dimensiones.	Cuando existen desplazamientos muy importantes con respecto a las rotaciones y carga vertical. Cuando las pilas no son capaces de resistir las reacciones elásticas de los apoyos. Cuando existen problemas de reparto de esfuerzos horizontales entre varios apoyos fijos.

CARACTERÍSTICAS Y JUSTIFICACIONES DE CÁLCULO

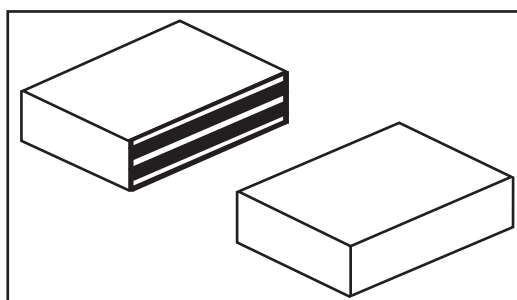
1. APOYOS ARMADOS

1.1 APOYOS ARMADOS STANDARD

Los apoyos MECANOGUMBA se fabrican con caucho clorado completamente sintético, el cual es extraordinariamente inalterable a la acción del tiempo, no resultando perjudicado por los agentes químicos que normalmente se presentan en la atmósfera y en la obra.

Entre las capas de este caucho, se encuentran intercaladas chapas de acero, las cuáles se hallan completamente recubiertas por el material elastomérico por todas partes, con lo que su corrosión resulta imposible.

Las diferentes capas están unidas entre si y con las chapas, mediante un estudiado proceso de vulcanización, de forma que bajo la acción de las cargas, no pueden desplazarse en absoluto unas sobre otras.



1.1.1. CARGAS VERTICALES

1.1.1.1. ESFUERZOS DE COMPRESIÓN



Los ensayos de rotura han demostrado que la resistencia de los apoyos armados MECANOGUMBA, bajo la acción de una carga

estática centrada es de hasta 200 N/mm² aproximadamente.

Sin embargo, debido a las resistencias características del hormigón y a unas dimensiones materiales mínimas, las cargas de trabajo de los apoyos MECANOGUMBA son las indicadas en nuestras tablas.

1.1.1.2. MÓDULO DE ELASTICIDAD

La compresión a la que se ven sometidos los apoyos MECANOGUMBA depende de su formato, de la carga unitaria y de la duración y velocidad de aplicación de dicha carga, por lo que en sentido estricto, no existe un módulo de elasticidad fijo. A pesar de ello, para apreciaciones no muy exactas, puede considerarse el valor del módulo de elasticidad como

$$E \approx 600 \text{ N/mm}^2$$

En nuestras tablas viene dado para cada formato el respectivo valor de E, cuando actúa la presión máxima. Como coeficiente de fluencia para cargas de larga duración (permanentes) puede tomarse el valor 1,5 lo que puede expresarse igualmente diciendo que el módulo de elasticidad disminuye a lo largo del tiempo aproximadamente un 30%.

1.1.1.3. ÁNGULO DE GIRO DEL APOYO



Los ángulos de giro del apoyo son absorbidos mediante distintas compresiones del mismo, siendo despreciables las excentricidades de carga que debido a ello se producen, siempre y cuando los ángulos de giro permanezcan dentro de los límites prescritos.

Gracias a esto, resulta que la distribución de las tensiones debajo de un apoyo no es rectilínea sino semiparabólica y, por consiguiente, las presiones en los bordes serán siempre nulas.

Los ángulos de giro permitidos (véase tabla principal) son valores que, bajo la acción de las cargas admisibles, excluyen la posibilidad de que se produzca una junta abierta entre el apoyo y la obra.

El valor del ángulo de giro de una viga o de una losa simplemente apoyada, o bien empotrada en un extremo y libre en el otro es el siguiente:

$$\beta = n \cdot \alpha \approx 0,42 \cdot \frac{L}{E \cdot I} M_{\max}$$

siendo:

- β : Ángulo de giro en radianes, que debe absorber el apoyo.
- α : Ángulo de giro en radianes, por capa de elastómero intermedia.
- n**: Número de capas de elastómero intermedias.
- L**: Distancia entre apoyos en metros.
- E**: Módulo de elasticidad de kN/m² de la viga o losa.
- I**: Momento de inercia en m⁴ de la viga o losa.
- M_{max}**: Momento máx. en vano en kN.m. de la viga o losa.

Los resultados obtenidos en ensayos han demostrado que los apoyos permiten ángulos de giro considerablemente mayores que los previstos, lo cuál nos garantiza el perfecto funcionamiento del apoyo durante largo tiempo, puesto que bajo la acción de cargas permanentes se producen ángulos de giro mayores que los previstos.

La relación entre ángulo de giro y el momento de reacción del apoyo es:

$$M = \frac{a^5 \cdot b \cdot G}{50 \cdot t^3} \cdot \alpha$$

para apoyos de formato rectangular.

$$M = \frac{D^6 \cdot G}{100 \cdot t^3} \cdot \alpha$$

para apoyos de formato cilíndrico.

Siendo:

- a**: Lado perpendicular al eje del ángulo de giro considerando en mm.
- b**: Lado paralelo en mm.
- D**: Diámetro del apoyo en mm.
- α : Ángulo de giro de cada capa intermedia en radianes.
- t**: Espesor de cada capa intermedia en mm.
- G**: 0,9 N/mm².

1.1.2. ESFUERZOS Y DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES

1.1.2.1. ROZAMIENTO

Los apoyos MECANOGUMBA transmiten por rozamiento todos los esfuerzos horizontales a la estructura, a través de la superficie de contacto, por lo que es aconsejable apurar al máximo las cargas admisibles de trabajo. Para presiones superiores a 5N/mm² aproximadamente, es suficiente el rozamiento existente entre el apoyo y la superficie de la estructura para asegurar que no deslicen el uno sobre la otra ante la acción de los esfuerzos horizontales admisibles. Para presiones inferiores a 5N/mm², el coeficiente de rozamiento existente entre el apoyo y el hormigón, bajo la acción de la carga estática, puede expresarse mediante el siguiente valor, obtenido como resultado de los ensayos efectuados:

$$f = 1 - \frac{\sqrt[4]{10 \cdot \sigma_m - 5}}{3,2}$$

siendo σ_m la presión unitaria de trabajo, expresada en N/mm²

1.1.2.2. DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES



Todos los desplazamientos horizontales que tienen lugar en la estructura, producen una deformación por empuje del apoyo. A este efecto sólo cuenta la altura T del elastómero (sin las chapas de acero), siendo la deformación tangencial admisible $\tan \gamma = 0,7$; o sea que serán posibles desplazamientos que equivalgan como máximo al 70% de la altura T del apoyo (los cuáles se indican en nuestras tablas).

Ahora bien después de numerosos ensayos de estabilidad efectuados sobre apoyos MECANOGUMBA, hemos observado que la regla anterior es válida solamente para apoyos cuyo espesor T es inferior a $1/5$ de su menor dimensión en planta (a ó D), y que para valores de T/a tales que:

$$0,3 \geq T/a > 0,2$$

se verifica realmente

$$\tan \gamma = 0,9 - T/a$$

por otra parte del desplazamiento Δ de la estructura obtenemos

$$\tan \gamma = \frac{\Delta}{T}$$

Y de todo ello, podemos deducir los siguientes valores para el dimensionado de los apoyos:

Si H_1 es el valor de la reacción elástica horizontal del apoyo debida a la deformación tangencial forzada que experimenta, y H_2 son las cargas externas que pueden actuar sobre el apoyo (efectos de viento, frenado, etc...) podemos decir que:

$$H_1 = \tan \gamma_1 \cdot F \cdot G \quad \tan \gamma_1 = \frac{H_1}{F \cdot G}$$

$$H_2 = \tan \gamma_2 \cdot F \cdot G \quad \tan \gamma_2 = \frac{H_2}{F \cdot G}$$

Debiendo veneficiarse

$$\tan \gamma_1 + \tan \gamma_2 \leq 0,7 \text{ ó } (0,9 - T/a)$$

y por lo tanto:

$$\frac{H_1 + H_2}{F \cdot G} \leq 0,7 \text{ ó } (0,9 - T/a)$$

según sea el valor de T/a , como hemos mencionado anteriormente.

Siendo:

- F:** Superficie de apoyo expresada en mm^2
- G:** Módulo de elasticidad tangencial del apoyo, que se consedira= $0,9\text{N}/\text{mm}^2$

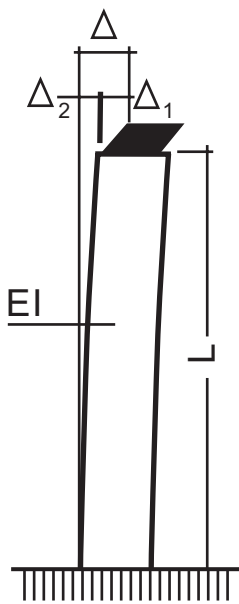
Para desplazamientos o cargas horizontales de varias direcciones, se obtienen los valores definitivos por adición vertical, p.e.:

$$\tan \gamma = \sqrt{\tan^2 \gamma_x + \tan^2 \gamma_y}$$

$$H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$$

En determinados casos, puede resultar útil tener en cuenta que el desplazamiento de la estructura es absorbido por una deformación elástica de los pilares, de forma que entonces el valor de H_1 vendrá dado por:

$$H_1 = \frac{\Delta}{\frac{T}{F \cdot G} + \frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I}}$$



Siendo:

- T:**Altura total de todas las capas del elastómero
- F:**Superficie del apoyo.
- G:**Módulo de elasticidad tangencial, $0,9N/mm^2$
- L, E, I:**Valores del pilar.
- Δ :Desplazamiento de la estructura.

1.1.3. INDICACIONES PARA EL MONTAJE DE LOS APOYOS MECANOGUMBA.

Los apoyos armados MECANOGUMBA se colocan sobre la superficie de la obra, que debe estar limpia, seca y normalmente horizontal, siendo aconsejable disponer una capa delgada de mortero de cemento para compensar las posibles desigualdades de la superficie de la obra.

Es aconsejable colocar los apoyos transversales con respecto a la dirección en que se produzcan los mayores giros.

Cuando la estructura se hormigona "in situ", se debe cubrir la superficie libre alrededor del apoyo con un material fácil de quitar, el cuál debe estar colocado perfectamente unido al apoyo, pero nunca cubriendo a éste.

El espesor de dicho material nunca debe ser inferior al del apoyo, incluso es aconsejable que lo sobrepase ligeramente.

Después de hormigado se debe retirar.

1.2 APOYOS ARMADOS ANCLADOS

Los apoyos MECANOGUMBA anclados son exactamente iguales en su comportamiento y características a los standard, con la variante de que las superficies superior e inferior del apoyo están tratadas de forma especial, debido a que su empleo está previsto para cuando, en el caso de cargas estáticas, existen presiones mínimas inferiores a los 5N/mm^2 aproximadamente.

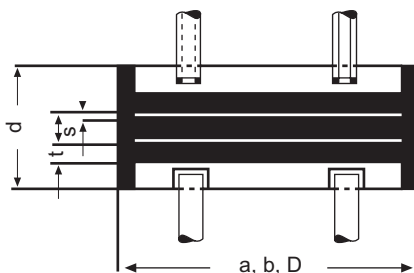
No deben confundirse estos apoyos con los fijos.

1.2.1. TIPOS DE APOYOS ARMADOS ANCLADOS

Todos ellos van provistos de chapas metálicas en sus dos caras externas.

1.2.1.1. TIPO 2

Este tipo se ha ideado principalmente, para el hormigonado "in situ", efectuándose el anclaje por medio de pernos que se hallan encastrados o soldados a las chapas externas de los apoyos.



1.2.1.2 TIPO 2a

Este tipo se ha ideado para su empleo en estructuras metálicas preveviéndose en las chapas externas taladros roscados en los que se pueden atornillar piezas de acero.

Según sean las características de cada obra se deberá indicar la posición que deben tener dichos taladros.

1.2.1.3 TIPO 2b

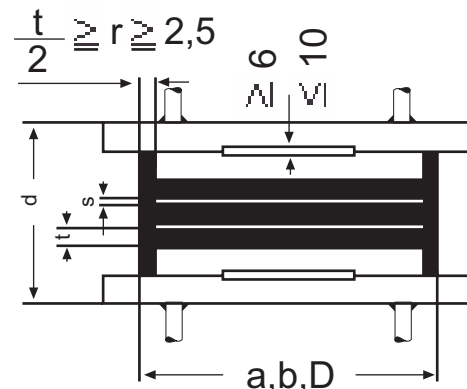
En este tipo los pernos están reemplazados por anclajes de tracción.

Estos apoyos pueden absorber esfuerzos de tracción ocasional de un 10% de la carga de trabajo admisible para el apoyo a esfuerzos de compresión.

No son válidos para soportar tracciones permanentes

1.2.1.4 TIPO 4

En este tipo los esfuerzos horizontales son transmitidos por unos discos que están encastrados en la chapa externa del apoyo y en una chapa fijada a la estructura.

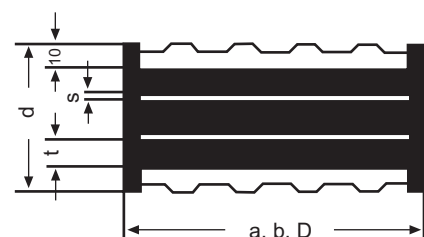


1.2.1.5 TIPO 5

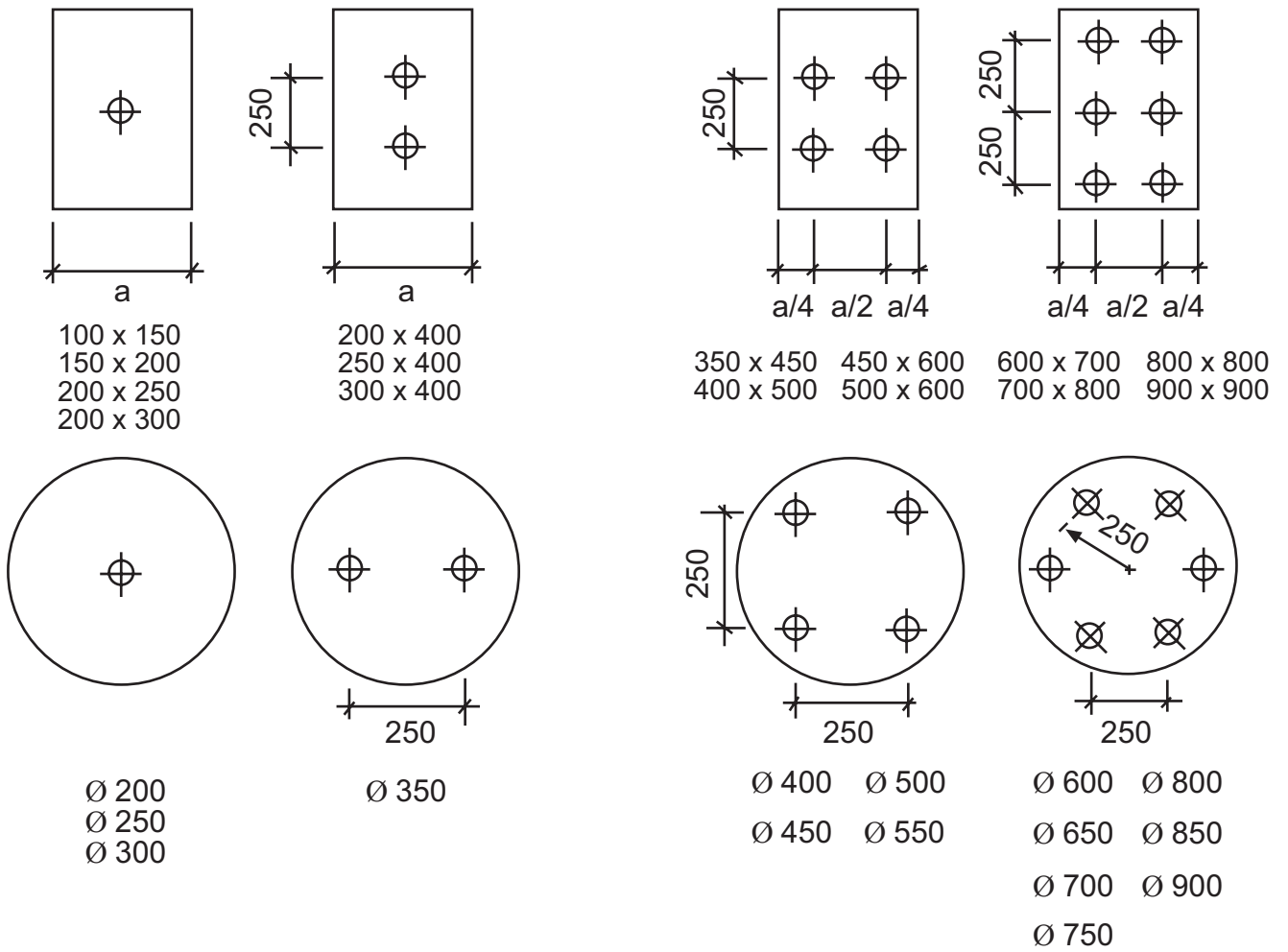
Estos apoyos se emplean principalmente en piezas prefabricadas aunque también pueden emplearse en casos de hormigonado "in situ".

Para su correcto funcionamiento debe existir una tensión mínima igual o superior a $0,3\text{N/mm}^2$.

El anclaje se efectúa de igual manera que ocurre con las barras corrugadas, sin utilizar piezas adicionales, gracias a que los apoyos van provistos en sus caras externas de chapas gofradas de gran efecto antideslizante, pudiendo tratar la superficie de la obra con un mortero de resina o de cemento de 5 mm. de espesor, e incluso puede hormigonarse "in situ".



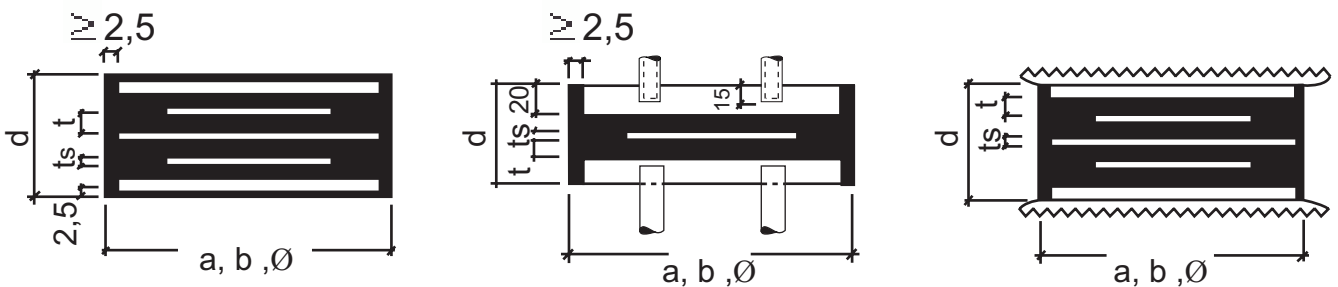
Cantidad y posición de los pernos en los apoyos tipo 2 y 4 según su formato.



La longitud de los pernos es de 150 mm. para apoyos de superficie $< 1.200 \text{ cm}^2$
 La longitud de los pernos es de 200 mm. para apoyos de superficie $> 1.200 \text{ cm}^2$
 El diámetro de los pernos es de 30 mm. para apoyos superficie $< 3500 \text{ cm}^2$
 El diámetro de los pernos es de 40 mm. para apoyos superficie $> 3500 \text{ cm}^2$

1.3 APOYOS SUPERBASCULANTES

Este tipo de apoyo permite mayores ángulos de giro que los apoyos armados standard del mismo espesor, siendo sus materiales componentes exactamente los mismos, fabricándose así mismo, en las variantes de apoyos anclados 2, 2a y 5.



Tipo 1 Superbasculante

Tipo 2 Superbasculante

Tipo 5 Superbasculante

1.3.1 VARIACIONES CON RESPECTO A LOS APOYOS STANDARD.

El espesor t de las capas de elastómero intercalado y su número se refiere siempre a la parte central de apoyo. La altura T se define como la altura de todas las capas de elastómero más la de las chapas de acero más pequeñas, con lo que para una misma altura, se obtienen desplazamientos mayores que con los apoyos armados standard y giros el doble que con ellos.

1.3.1 VARIACIONES EN LAS CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS SUPER-BASCULANTES

1.3.2.1. ÁNGULO DE GIRO

Los ángulos de giro de cada capa son el doble que en los apoyos armados standard (ver tabla).

Los momentos de retroceso que se originan son del orden de un 25% del de los standard, verificándose para apoyos de formato rectangular lo siguiente:

$$M = \frac{0,25 \cdot a^5 \cdot b}{50 \cdot t^3} \cdot \alpha \cdot G$$

y para los apoyos cilíndricos:

$$M = \frac{0,25 \cdot D^6}{100 \cdot t^3} \cdot \alpha \cdot G$$

Siendo:

a: lado perpendicular al eje del ángulo de giro considerado.

b: lado paralelo al eje del ángulo de giro considerado.

D: diámetro del apoyo.

t: espesor de cada de elastómero.

α : ángulo de giro de cada capa en radianes.

G: 0,9 N/ mm²

En los casos en que obtengamos una excentricidad superior al ancho del núcleo de apoyo se verificará:

$$M \approx N \cdot k$$

Siendo:

N: carga total.

k: $a/6$ - Para apoyos de formato rectangular.

$D/8$ - Para apoyos de formato cilíndrico.

1.3.2.2. PRESIÓN ADMISIBLE

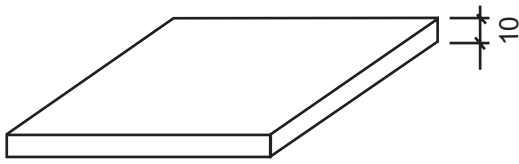
Debido a su mayor deformidad, los apoyos super-basculantes tienen una carga de trabajo admisible menor de la admitida por los apoyos standard de igual formato.

SUPERFICIE DEL APOYO	CARGA ADMISIBLES
$F \leq 40.000 \text{ mm}^2$	8 N/ mm ²
$40.000 < F < 120.000 \text{ mm}^2$	10 N/ mm ²
$F \geq 120.000 \text{ mm}^2$	12 N/ mm ²

1.3.2.3 DESPLAZAMIENTO ADMISIBLE

Para los apoyos super-basculantes, la tangente admisible es igualmente 0,7, pero dado que en este caso la altura T es mayor que la de los apoyos standard de igual formato, el desplazamiento admisible aumenta en igual proporción.

1.4 APOYOS DE MONTAJE (para piezas prefabricadas)



Con el fin de centrar las cargas y para compensar diferencias de paralelismo de las piezas prefabricadas empleadas corrientemente en la construcción, se pueden emplear apoyos elastoméricos sin armar, pero únicamente cuando nos hallamos ante cargas de poca magnitud. Para cargas mayores se pueden utilizar los apoyos armados normales, pero dan lugar a unas dimensiones exageradas cuando los apoyos se precisan tan sólo para fines puramente estáticos o constructivos sin una finalidad específica en cuanto a desplazamientos.

Debido a todo lo anterior es por lo que MECANOGUMBA ha creado los **apoyos de montaje**.

Los apoyos de montaje van provistos de una sola chapa como armadura y su espesor es de 10 mm. para todos, siendo sus componentes y calidad de fabricación idéntica al resto de los apoyos MECANOGUMBA, permitiendo presiones medias de hasta 15N/mm² y desplazamientos de 5,6 mm.

Su principal misión es la de absorber y corregir las pequeñas irregularidades que pueden existir en la obra.

La resultante de las cargas, que vienen a incidir sobre el apoyo, sufre un desplazamiento por el efecto de la deformación del apoyo, que la hace permanecer siempre dentro de los límites marcados por éste; gracias a esto, las aristas de la pieza prefabricada no sufren efecto de ninguna presión, para lo cual es siempre conveniente escoger el apoyo de la superficie más pequeña posible.

Para la resultante de una carga **P** que se sitúa dentro del núcleo de la superficie del apoyo, se verificará:

$$\alpha_{ad} = \frac{2.500 \cdot P}{a^4 \cdot b}$$

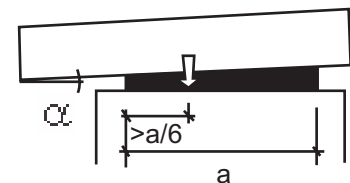
siendo:

α_{ad} : desviación admisible del paralelismo de las superficies de la estructura, medida en radianes.

P: carga en N

b: lado del apoyo perpendicular al eje de α , medido en mm.

a: lado del apoyo perpendicular al eje de α , medido en mm.



Para cargas de poca importancia, es más aconsejable el emplear la siguiente expresión, que nos da la carga de trabajo en función del formato:

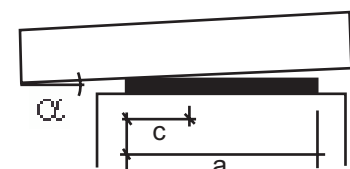
siendo:

$$\sigma_m = P/b \cdot c$$

Si resulta que $c > a$ está claro que $\sigma_m = P/b \cdot a$, será la carga de trabajo admisible.

$$C = \frac{\sqrt[4]{0,25P}}{b \cdot \alpha}$$

La presión en las aristas será, como siempre en los apoyos armados, nula.



APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS



1	2	3	4	mínima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$			mínima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$					14	15	16	17		
				5	6		7	8	9							12	13
					Desplazamiento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1			de elastómero Tipo 1 T	Desplazamiento admisible Tipos 2 a 5	Tipo 2						
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible	Módulo E	Nº de capas	Desplazamiento admisible Tipo 1	Altura total del apoyo Tipo 1	de elastómero Tipo 1 T	Desplazamiento admisible Tipos 2 a 5	Altura total del apoyo de elastómero			Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	Angulos de giro					
mm	kN	N/mm ²		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	n · α arc.	n · α arc.	n · α arc.	n · α arc.		
100 x 150	225	235	1	7,0	14	10	--	--	--	--	1	0,004	0,003	0,005			
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10	0,008	0,006	0,010			
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15	0,012	0,009	0,015			
			4	16,3	35	25	14,0	56	86	40	20	0,016	0,012	0,020			
			5	18,0	42	30	16,3	63	93	47	25	0,020	0,015	0,025			
			6	--	--	--	18,0	70	100	54	30	0,024	0,018	0,030			
150 x 200	450	480	1	7,0	14	10	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004			
			2	10,5	21	15	7,0	42	72	26	10	0,006	0,006	0,008			
			3	14,0	28	20	10,5	49	79	33	15	0,009	0,009	0,013			
			4	17,5	35	25	14,0	56	86	40	20	0,012	0,012	0,017			
			5	21,0	42	30	17,5	63	93	47	25	0,015	0,015	0,021			
			6	23,3	49	35	21,0	70	100	54	30	0,018	0,018	0,025			
			7	25,3	56	40	23,3	77	107	61	35	0,021	0,021	0,029			
			8	27,0	63	45	25,3	84	114	68	40	0,024	0,024	0,033			
			9	--	--	--	27,0	91	121	75	45	0,027	0,027	0,037			
Ø 200	471	236	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1	0,003	0,003	0,004	0,004		
200 x 250	750	315	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	0,006	0,005	0,008	0,008		
200 x 300	900	355	3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	0,009	0,008	0,012	0,012		
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32	0,012	0,010	0,016	0,016		
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40	0,015	0,013	0,020	0,020		
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48	0,018	0,015	0,024	0,024		
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56	0,021	0,018	0,028	0,028		
200 x 400	1200	430	1	9,1	19	13	--	--	--	--	2	0,003	0,001	0,003			
			2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	0,006	0,002	0,006			
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	0,009	0,003	0,009			
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32	0,012	0,005	0,012			
			5	30,4	63	45	28,0	82	112	66	40	0,015	0,006	0,015			
			6	33,7	74	53	31,7	93	123	77	48	0,018	0,008	0,018			
			7	36,3	85	61	34,7	104	134	88	56	0,021	0,009	0,021			
Ø 250	735	366	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1	0,003	0,001	0,003	0,004		
250 x 400	1500	610	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	0,005	0,002	0,005	0,008		
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	0,008	0,004	0,008	0,012		
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32	0,010	0,005	0,010	0,016		
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40	0,013	0,006	0,013	0,020		
			6	36,5	74	53	33,6	93	123	77	48	0,015	0,007	0,016	0,024		
			7	40,0	85	61	37,9	104	134	88	56	0,018	0,009	0,018	0,028		
			8	43,1	96	69	41,2	115	141	99	64	0,020	0,010	0,021	0,032		
			9	--	--	--	44,1	126	156	110	72	0,023	0,011	0,023	0,036		
Ø 300	1060	527	1	9,1	19	13	--	--	--	--	1	0,002	0,001	0,002	0,003		
300 x 400	1800	630	2	14,7	30	21	11,2	49	79	33	16	0,004	0,002	0,004	0,006		
			3	20,3	41	29	16,8	60	90	44	24	0,006	0,004	0,007	0,009		
			4	25,9	52	37	22,4	71	101	55	32	0,008	0,005	0,009	0,012		
			5	31,5	63	45	28,0	82	112	66	40	0,010	0,006	0,011	0,015		
			6	37,1	74	53	33,6	93	123	77	48	0,012	0,007	0,013	0,018		
			7	42,5	85	61	39,2	104	134	88	56	0,014	0,009	0,015	0,021		
			8	46,2	96	69	43,9	115	141	99	64	0,016	0,010	0,018	0,024		
			9	49,5	107	77	47,5	126	156	110	72	0,018	0,011	0,020	0,027		
			10	52,4	118	85	50,7	137	167	121	80	0,020	0,012	0,022	0,030		
			11	--	--	--	53,4	148	178	132	88	0,022	0,013	0,024	0,033		
Ø 350	1440	380	1	11,2	24	16	--	--	--	--	2				0,004		
			2	18,9	39	27	15,4	56	86	40	22				0,008		
			3	26,6	54	38	23,1	71	101	55	33				0,012		
			4	34,3	69	49	30,8	86	116	70	44				0,016		
			5	42,0	84	60	38,5	101	131	85	55				0,020		
			6	49,5	99	71	46,2	116	146	100	66				0,024		
			7	54,6	114	82	52,4	131	161	115	77				0,028		
			8	59,0	129	93	57,1	146	176	130	88				0,032		
			9	62,7	144	104	61,1	161	191	145	99				0,036		

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS



1 Formato Dimensiones en planta a · b D	2 Carga Admisible kN	3 Módulo E N/mm ²	4 Nº de capas	mínima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$			mínima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$						Angulos de giro				
				5 Desplaza- miento admisible Tipo 1 mm	6 Altura total del apoyo de Tipo 1 mm		7 de elastómero Tipo 1 T mm	8 Desplaza- miento admisible Tipos 2 a 5 mm	9 Altura total del apoyo de Tipos 2 a 5 T mm			12 de elastómero Tipos 2 a 5 T mm	13 Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	14	15	16	17
					10 Tipo 2	11 Tipo 4			12 Tipo 5	14 n · α arc.	15 n · α arc.			16 n · α arc.	17 n · α arc.		
350 x 450	2360	520	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,003	0,002	0,003		
				18,9	39	27	15,4	66	106	40	22		0,005	0,004	0,006		
				26,6	54	38	23,1	81	121	55	33		0,008	0,006	0,010		
				34,3	69	49	30,8	96	136	70	44		0,010	0,008	0,013		
				42,0	84	60	38,5	111	151	85	55		0,013	0,010	0,016		
				49,5	99	71	46,2	126	166	100	66		0,015	0,012	0,019		
				54,6	114	82	52,4	141	181	115	77		0,018	0,014	0,023		
				59,0	129	93	57,1	156	196	130	88		0,020	0,016	0,026		
				62,7	144	104	61,1	171	211	145	99		0,023	0,018	0,029		
Ø 400 400 x 500	1890 3000	495 670	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,002	0,002	0,002	0,003	
				18,9	39	27	15,4	66	106	40	22		0,004	0,003	0,005	0,006	
				26,6	54	38	23,1	81	121	55	33		0,006	0,005	0,007	0,009	
				34,3	69	49	30,8	96	136	70	44		0,008	0,006	0,009	0,012	
				42,0	84	60	38,5	111	151	85	55		0,010	0,008	0,011	0,015	
				49,7	99	71	46,2	126	166	100	66		0,012	0,009	0,013	0,018	
				57,0	114	82	53,9	141	181	115	77		0,014	0,011	0,015	0,021	
				62,1	129	93	59,8	156	196	130	88		0,016	0,012	0,018	0,024	
				66,6	144	104	64,6	171	211	145	99		0,018	0,014	0,020	0,027	
				70,4	159	115	68,8	186	226	160	110		0,020	0,015	0,022	0,030	
				--	--	--	72,3	201	241	175	121		0,022	0,017	0,024	0,033	
Ø 450 450 x 600	2390 4050	628 890	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,002	0,001	0,002	0,003	
				18,9	39	27	15,4	66	106	40	22		0,004	0,002	0,004	0,006	
				26,6	54	38	23,1	81	121	55	33		0,006	0,004	0,007	0,009	
				34,3	69	49	30,8	96	136	70	44		0,008	0,005	0,009	0,012	
				42,0	84	60	38,5	111	151	85	55		0,010	0,006	0,011	0,015	
				49,7	99	71	46,2	126	166	100	66		0,012	0,007	0,013	0,018	
				57,4	114	82	53,9	141	181	115	77		0,014	0,008	0,015	0,021	
				64,5	129	93	61,6	156	196	130	88		0,016	0,009	0,017	0,024	
				69,6	144	104	67,3	171	211	145	99		0,018	0,011	0,020	0,027	
				74,1	159	115	72,1	186	226	160	110		0,020	0,012	0,022	0,030	
				78,1	174	126	76,4	201	241	175	121		0,022	0,013	0,024	0,033	
				--	--	--	80,1	216	256	190	132		0,024	0,014	0,026	0,036	
Ø 500 Ø 550 500 x 600	2950 3560 4500	775 937 1000	1	11,2	24	16	--	--	--	--	--	4	0,002	0,001	0,002	0,002	
				18,9	39	27	15,4	66	106	40	22		0,004	0,002	0,004	0,004	
				26,6	54	38	23,1	81	121	55	33		0,006	0,004	0,007	0,006	
				34,3	69	49	30,8	96	136	70	44		0,008	0,005	0,009	0,008	
				42,0	84	60	38,5	111	151	85	55		0,010	0,006	0,011	0,010	
				49,7	99	71	46,2	126	166	100	66		0,012	0,007	0,013	0,012	
				57,4	114	82	53,9	141	181	115	77		0,014	0,009	0,016	0,014	
				65,1	129	93	61,6	156	196	130	88		0,016	0,010	0,018	0,016	
				72,0	144	104	69,3	171	211	145	99		0,018	0,011	0,020	0,018	
				77,1	159	115	74,8	186	226	160	110		0,020	0,012	0,022	0,020	
				81,6	174	126	79,6	201	241	175	121		0,022	0,014	0,025	0,022	
				85,8	189	137	84,0	216	256	190	132		0,024	0,015	0,027	0,024	
				89,4	204	148	87,8	231	271	205	143		0,026	0,016	0,029	0,026	
Ø 600 Ø 650 600 x 700	4240 4980 6300	600 703 760	1	14,0	30	20	--	--	--	--	--	6	0,002	0,002	0,003	0,002	
				24,5	50	35	21,0	75	115	49	30		0,004	0,003	0,005	0,004	
				35,0	70	50	31,5	95	135	69	45		0,006	0,005	0,008	0,006	
				44,5	90	65	42,0	115	155	89	60		0,008	0,006	0,010	0,008	
				56,0	110	80	52,5	135	175	109	75		0,010	0,008	0,013	0,010	
				66,5	130	95	63,0	155	195	129	90		0,012	0,009	0,015	0,012	
				77,0	150	110	73,5	175	215	149	105		0,014	0,011	0,018	0,014	
				86,5	170	125	84,0	195	235	169	120		0,016	0,012	0,020	0,016	
				93,3	190	140	91,1	215	255	189	135		0,018	0,014	0,023	0,018	
				99,5	210	155	97,5	235	275	209	150		0,020	0,015	0,025	0,020	
				104,8	230	170	103,1	255	295	229	165		0,022	0,017	0,028	0,022	
				--	--	--	108,0	275	315	249	180		0,024	0,018	0,030	0,024	

APOYOS ARMADOS STANDARD Y ANCLADOS



1 Formato Dimensiones en planta a · b D	2 Carga Admisible	3 Módulo E	4 Nº de capas	mínima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$			mínima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$					13 Pernos para Tipos 2 y 4 ver 1.2.2	14-17 Angulos de giro			
				5 Desplaza- miento admisible Tipo 1	6 Altura total de		8 Desplaza- miento admisible Tipos 2 a 5	9-12 Altura total del apoyo de			14 □ n · α		15 ▭ n · α	16 ◇ n · α	17 ∅ n · α	
					6 Tipo 1	7 de elastómero Tipo 1 T		9 Tipo 2	10 Tipo 4	11 Tipo 5						12 de elastómero Tipos 2 a 5 T
700 x 800	5770 6630 8400	816 938 1000	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	14,0 24,5 35,0 45,5 56,0 66,5 77,0 87,5 98,0 105,2 111,7 117,6 122,9 --	30 50 70 90 110 130 150 170 190 210 230 250 270 --	20 35 50 65 80 95 110 125 140 155 170 185 200 --	-- 21,0 31,5 42,0 52,5 63,0 73,5 84,0 94,5 102,9 109,6 115,7 121,2 126,0	-- 75 95 115 135 155 175 195 215 235 255 275 295 315	-- 115 135 155 175 195 215 235 255 275 295 315	49 69 89 109 129 149 169 189 209 229 249 269 289	-- 230 45 60 75 90 105 120 135 150 165 180 195 210	6 6 6	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α
800 x 800	7540 8510 9600	740 836 829	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13	16,1 28,7 41,3 53,9 66,5 79,1 91,7 104,3 115,4 123,7 131,2 137,8 143,7	33 56 79 102 125 148 171 194 217 240 263 286 309	23 41 59 77 95 113 131 149 167 185 203 221 239	-- 25,2 37,8 50,4 63,0 75,6 88,2 100,8 113,0 121,5 129,2 136,1 142,2	-- 81 104 127 150 173 196 219 242 265 288 311 334	-- 121 144 167 190 213 236 259 282 305 328 351 374	55 78 101 124 147 170 193 216 239 262 285 308	36 54 72 90 108 126 144 162 180 198 216 234	6 6 6	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α
900 x 900	9540 12150	938 1050	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15	16,1 28,7 41,3 53,9 66,5 79,1 91,7 104,3 116,9 128,5 136,9 144,6 151,6 157,9 --	33 56 79 102 125 148 171 194 217 240 263 286 309 332 --	23 41 59 77 95 113 131 149 167 185 203 221 239 257 --	-- 25,2 37,8 50,4 63,0 75,6 88,2 100,8 113,4 126,0 134,6 142,6 149,8 156,2 162,0	-- 81 104 127 150 173 196 219 242 265 288 311 334 357 380	-- 121 144 167 190 213 236 259 282 305 328 351 374 397 420	55 78 101 124 147 170 193 216 239 262 285 308 331 354	36 54 72 90 108 126 144 162 180 198 216 234 252 270	6 6	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α	arc. n · α

APOYOS SUPERBASCULANTES



1	2	3	4	mínima $\sigma \geq 5 \text{ N/mm}^2$			mínima $\sigma < 5 \text{ N/mm}^2$					13	Angulos de giro					
				5	6		7	8	9				11	12	14	15	16	17
					Desplaza- miento admisible Tipo 1	del apoyo Tipo 1			de elastómero Tipo 1 T	Desplaza- miento admisible Tipos 2 a 5	del apoyo Tipo 2							
Formato Dimensiones en planta a · b D	Carga Admisible kN	Módulo E N/mm ²	Nº de capas	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	arc.	arc.	arc.	Ø arc.	
100 x 150	120	120	2 4	11,9 --	21 --	17 --	8,4 16,8	42 56	72 86	26 40	12 24	1	0,016 0,032	0,012 0,024	0,020 0,040			
150 x 200	240	240	2 4 6	11,9 20,3 --	21 35 --	17 29 --	8,4 16,8 25,2	42 56 70	72 86 100	26 40 54	12 24 36	1	0,012 0,024 0,036	0,012 0,024 0,036	0,017 0,033 0,050			
200 x 250	500	160	2 4	16,8 30,1	30 52	24 43	13,3 26,6	49 71	79 101	33 55	19 38	1	0,012 0,024	0,010 0,020	0,016 0,032			
200 x 300	600	170	2 4	16,8 30,1	30 52	24 43	13,3 26,6	49 71	79 101	33 55	19 38	1	0,012 0,024	0,008 0,016	0,014 0,028			
200 x 400	800	220	2 4	16,8 30,1	30 52	24 43	13,6 26,6	49 71	79 101	33 55	19 38	2	0,012 0,024	0,005 0,010	0,012 0,024			
250 x 400	1000	310	2 4 6	16,8 30,1 --	30 52 --	24 43 --	13,6 26,6 39,9	49 71 93	79 101 123	33 55 77	19 38 57	2	0,010 0,020 0,030	0,005 0,009 0,014	0,010 0,021 0,031			
300 x 400	1440	320	2 4 6	16,8 30,1 43,4	30 52 74	24 43 62	13,3 26,6 39,9	49 71 93	79 101 123	33 55 77	19 38 57	2	0,008 0,016 0,024	0,005 0,009 0,014	0,009 0,017 0,026			
350 x 450	1888	260	2 4 6	21,7 39,9 58,1	39 69 99	31 57 83	18,2 36,4 54,6	66 96 126	106 136 166	40 70 100	26 52 78	4	0,008 0,016 0,024	0,005 0,009 0,014	0,009 0,018 0,027			
Ø 400	1512	250	2	21,7	39	31	18,2	66	106	40	26	4	0,008	0,005	0,009	0,007		
400 x 500	2400	340	4	39,9	69	57	36,4	96	136	70	52	4	0,016	0,009	0,017	0,013		
450 x 600	3240	450	6	58,1	99	83	54,6	126	166	100	78	4	0,024	0,014	0,027	0,020		
Ø 500	2356	390	2	21,7	39	31	18,2	66	106	40	26	4	0,008	0,005	0,009	0,007		
500 x 600	3600	500	4 6 8	39,9 58,1 76,3	69 99 129	57 83 109	36,4 54,6 72,8	96 126 156	136 166 196	70 100 130	52 78 104	4	0,016 0,024 0,032	0,010 0,015 0,020	0,018 0,027 0,036	0,014 0,020 0,027		
Ø 600	3400	300	2	28,0	50	40	24,5	75	115	49	35	6	0,008	0,005	0,009	0,007		
600 x 700	5040	380	4 6 8	52,5 77,0 101,5	90 130 170	75 110 145	49,0 73,5 98,0	115 155 195	155 195 235	89 129 169	70 105 140	6	0,016 0,024 0,032	0,010 0,015 0,020	0,018 0,027 0,036	0,014 0,020 0,027		
Ø 700	4600	400	2	28,0	50	40	24,5	75	115	49	35	6				0,006		
Ø 750	5304	470	4	52,5	90	75	49,0	115	155	89	70	6				0,012		
Ø 800	6040	370	6 8 10	77,0 101,5 126,0	130 170 210	110 145 180	73,5 98,0 122,5	155 195 235	195 235 275	129 169 209	105 140 175	6				0,018 0,024 0,030		

NOTA:

Los pernos en los apoyos superbasculantes anclados, siguen el mismo criterio en longitud y Ø que los anclados.

APOYOS SIN ARMAR

2.1. APOYOS SIN ARMAR STANDARD

Cuando las cargas verticales no sobrepasan los 150 kN es de interés emplear apoyos sin chapas metálicas, estos apoyos desempeñan las mismas funciones que los armados.

Su función más corriente es en edificios y naves industriales.

El espesor de los apoyos sin armar tiene máximos y mínimos absolutos y relativos según los siguientes parámetros:

$$5\text{mm} \leq \frac{a}{30} \leq t \leq \frac{a}{10} \leq 20\text{mm}$$

Siendo:

a: menor dimensión horizontal del apoyo.
t: espesor del apoyo.

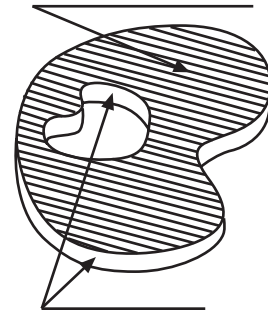
LOS APOYOS SIN ARMAR NO SON VÁLIDOS PARA CARGAS DINÁMICAS.

2.1.1 CARGAS VERTICALES. MOVIMIENTOS VERTICALES.

En ensayos efectuados, se ha comprobado que estos apoyos resisten tensiones de hasta 100N/mm^2 sin que se produzcan roturas en ellos, por lo que las cargas admisibles se han fijado teniendo en cuenta las deformaciones del apoyo y los efectos del apoyo sobre las superficies de contacto del apoyo con la estructura. En dichas superficies aparecen considerables esfuerzos de tracción producidas por el apoyo, por lo que estas pasan a desempeñar la función de las chapas de acero de los apoyos armados, siendo de suma importancia el coeficiente de rozamiento existente entre las superficies de la obra y el apoyo.

Para calcular la carga admisible del apoyo también hay que considerar el factor de forma, es decir, la relación entre la superficie comprimida del apoyo y la superficie libre del mismo.

SUPERFICIE COMPRIMIDA



SUPERFICIE LIBRE

Si llamamos "S" a la relación:

$$S = \frac{\text{Superficie Comprimida}}{\text{Superficie Libre}}$$

tendremos:

para apoyos rectangulares en los que $b \leq 2 \cdot a$

$$S = \frac{a \cdot b}{2 \cdot t \cdot (a + b)}$$

para apoyos rectangulares en los que $b > 2 \cdot a$

$$S = \frac{a}{3 \cdot t}$$

para apoyos circulares:

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

siendo:

a: lado menor del apoyo
b: lado mayor del apoyo
d: diámetro del apoyo
t: espesor del apoyo

La tensión del trabajo será:

$$\sigma = 1,2 \cdot G \cdot S \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El ángulo de giro admisible es:

$$\alpha = 0,5 \cdot \frac{t}{a}$$

La excentricidad de carga que se produce debida al giro es:

$$e = \frac{a^2}{2 \cdot a} \cdot \alpha$$

El acortamiento teórico es:

$$\epsilon = \frac{\sigma_m}{4 \cdot G \cdot S^2 + 3 \cdot \sigma_m}$$

En apoyos de aplicación normal, el acortamiento ha de ser:

$$\epsilon \leq 0,15$$

La fuerza de tracción que se produce es las superficies de contacto tienen un valor de:

$$Z = 1,5 \cdot F \cdot t \cdot a \cdot 10^{-5}$$

con **Z** y **F** en N y **a** y **t** en mm.

2.1.2 CARGAS HORIZONTALES MOVIMIENTOS HORIZONTALES

Al igual que en los apoyos armados, no son admisibles cargas horizontales permanentes.

El módulo de elasticidad transversal **G** de los apoyos sin armar es, igual que en los armados, de 0,9 N/mm². Debiendo disminuirse en un 30% en el caso de deformaciones de larga duración.

El desplazamiento horizontal admisible es:

$$\tan \gamma = 0,6 \cdot \frac{t - 2}{t}$$

La fuerza de retroceso, en N, que produce por la deformación horizontal, tiene un valor de:

$$H = \tan \gamma \cdot F \cdot G \quad (\text{para cargas lentas})$$
$$H = \tan \gamma \cdot F \cdot 2 \cdot G \quad (\text{para cargas rápidas})$$

siendo **F** la superficie del apoyo en mm². Se ha de cumplir:

$$H_{xy} \leq 0,05 \cdot F_z$$

siendo:

H_{x1} = desplazamiento en X por cargas externas

H_{y1} = desplazamiento en Y por cargas externas

H_{x2} = desplazamiento por en X reológicas

H_{y2} = desplazamiento por en Y reológicas

F_z = carga vertical

$H_x = H_{x1} + H_{x2}$

$H_y = H_{y1} + H_{y2}$

$H_{xy} = (H_x^2 + H_y^2)^{0,5}$

2.1.3 DETALLES CONSTRUCTIVOS

Es recomendable que todos los apoyos elastoméricos sin armar sean 20 mm. más pequeños que las superficies de obra en contacto con ellos. Esto es debido a que en estas superficies de obra aparecen unas fuerzas de tracción producidas por la deformación transversal del apoyo, transmitidas por rozamiento, que han de ser soportadas. Por lo tanto las superficies de obra pasan a tomar, de manera forzada, la función que tienen las chapas de los apoyos armados, y es por esta razón por la que los apoyos han de ser más pequeños que las superficies de contacto,

debiendo estar siempre dentro del área delimitada por las armaduras de la estructura, ya que de lo contrario se romperían las aristas de la obra.

En una alineación de apoyos es conveniente que todos sean iguales en tamaño y espesor. Cuando no es posible, han de cumplir la relación:

$$\frac{\text{max. (A / t)}}{\text{min. (A / t)}} \leq 1,2$$

Siendo A la superficie de cada apoyo.

APOYOS SIN ARMAR, TABLA DE VALORES DE TRABAJO ADMISIBLES

APOYO		△	Giro rad.	CARGA DE TRABAJO (kN)													
Espesor	Ancho			mm	longitud del apoyo												
					50	60	80	100	120	150	200	250	300	350	400	450	500
5	50	1,8	0,050	6,8	8,8	13,3	18,0	21,6	27,0	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	81,0	90,0	180,0
	60		0,042		11,7	17,8	24,3	31,1	38,9	51,8	64,8	77,8	90,7	103,7	116,6	129,6	259,2
	80		0,031			27,6	38,4	49,8	67,6	92,2	115,2	138,2	161,3	184,3	207,4	230,4	426,7
	100		0,025				54,0	70,7	97,2	144,0	180,0	216,0	252,0	288,0	324,0	360,0	720,0
	120		0,021					93,3	129,6	194,4	259,2	311,0	362,9	414,7	466,6	518,4	1036,8
	150		0,017						182,3	277,7	379,7	486,0	567,0	648,0	729,0	810,0	1620,0
10	100	4,8	0,050				27,0	35,3	48,6	72,0	90,0	108,0	126,0	144,0	162,0	180,0	360,0
	120		0,042				46,7	64,8	97,2	129,6	155,5	181,4	207,4	233,3	259,2	518,4	
	150		0,033					91,1	138,9	189,8	243,0	283,5	324,0	364,5	405,0	810,0	
	200		0,025						216,0	300,0	388,8	481,1	576,0	648,0	720,0	1440,0	
	250		0,020							421,9	552,3	689,1	830,8	976,3	1125,0	2250,0	
15	150	7,8	0,050					60,8	92,6	126,6	162,0	189,0	216,0	243,0	270,0	540,0	
	200		0,038						144,0	200,0	259,2	320,7	384,0	432,0	480,0	960,0	
	250		0,030							281,3	368,2	459,4	553,8	650,9	750,0	1500,0	
20	200	10,8	0,050						108,0	150,0	194,4	240,5	288,0	324,0	360,0	720,0	
	250		0,040							210,9	276,1	344,5	415,4	488,2	562,5	1125,0	

△ = desplazamiento

Dimensiones en mm

3. NOFRI® (NO FRICCIÓN)

3.1 APOYOS NOFRI®

Los apoyos NOFRI® son apoyos deslizantes que hemos desarrollado a partir de nuestros apoyos armados standard y superbasculantes, con lo que son realmente una combinación de apoyos deslizantes y apoyos elastoméricos.

En estos apoyos se hallan conjugadas las conocidas ventajas de los apoyos elastoméricos, en cuanto a su robustez y resistencia, con la posibilidad de movimientos efectuados a un bajo coeficiente de rozamiento.

3.1.1 APLICACIONES

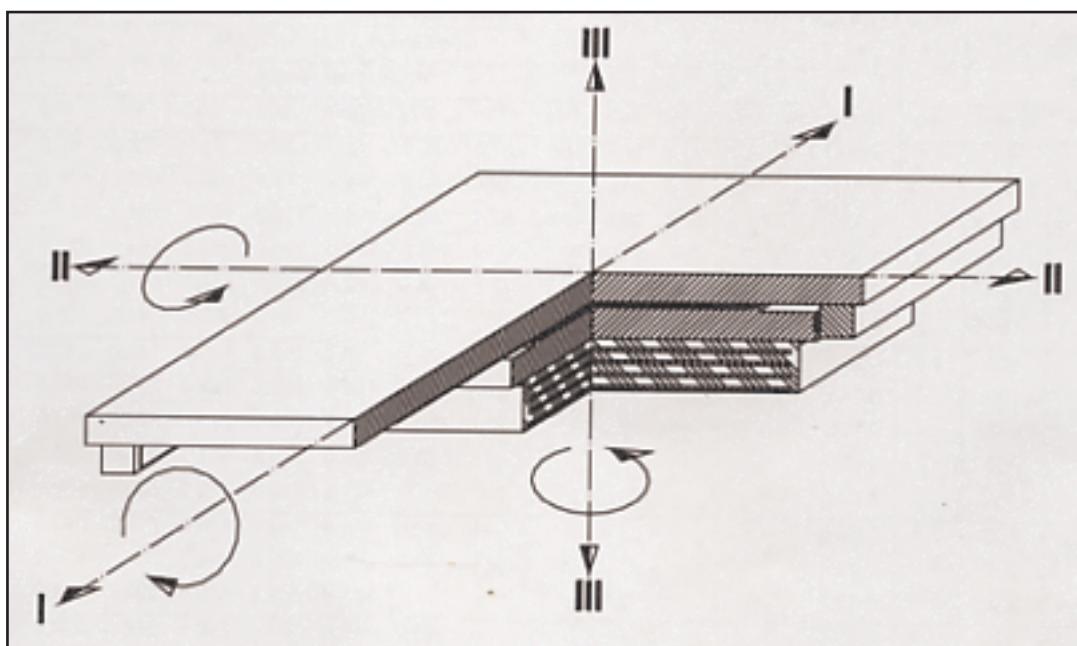
* Cuando las direcciones exactas del desplazamiento y de las rotaciones son difícilmente determinables.

* Cuando el reparto de los refuerzos horizontales entre los apoyos fijos es difícilmente determinable.

* Cuando las pilas no son capaces de resistir las reacciones elásticas de los apoyos elastoméricos corrientes.

* Cuando las dilataciones que se producen en la estructura son muy importantes con respecto a las rotaciones y cargas verticales.

* Cuando es conveniente que no haya un solo punto fijo transversalmente.



Los apoyos NOFRI® se presentan en las modalidades siguientes:

SE-AB: deslizamiento libre en todas direcciones.

SE-QE: deslizamiento libre en una sola dirección, con fijación elástica en la otra dirección.

SE-QF: deslizamiento libre en una sola dirección con fijación rígida en la otra dirección.

- Los apoyos NOFRI®SE-AB y SE-QE son insensibles a los errores de dirección gracias al comportamiento elástico del material elastomérico del apoyo.

- Los apoyos NOFRI®SE-QE con fijación elástica aseguran un reparto igual de los esfuerzos horizontales, gracias al comportamiento elástico del material elastomérico del apoyo.

Los apoyos NOFRI[®] tipo SE permiten absorber cualquier dilatación con espesores de apoyo diseñados en función de las rotaciones únicamente.

3.1.2 COEFICIENTE DE ROZAMIENTO

El material sobre el que se efectúa el deslizamiento es (PTFE) en forma de almohadillas o láminas.

Las almohadillas se hallan encastradas en una placa de acero. Las láminas se vulcanizan directamente sobre el material elastomérico.

(Debe tenerse en cuenta que el PTFE en un material plástico y requiere siempre un soporte).

Las placas de deslizamiento son siempre de acero inoxidable pulido, el cual, es extremadamente resistente a los agentes atmosféricos y presentan una rugosidad media del orden de 1 a 3 micras.

Con objeto de que tengan la suficiente resistencia estas placas de acero inoxidable se hallan vulcanizadas, soldadas o atornilladas a chapas de acero de mayor espesor.

En las almohadillas y láminas PTFE se disponen unos alveolos que sirven como depósitos del material lubricante especial del que van provistos todos los apoyos NOFRI[®].

Esta disposición propia de los apoyos NOFRI[®] hace que el coeficiente de rozamiento medio llegue a valores comprendidos entre 0,01 y 0,05 a temperatura ambiente.

3.1.3 DESPLAZAMIENTOS ADMISIBLES

La única limitación a los desplazamientos viene dada por la dimensión de las placas de deslizamiento.

Los apoyos NOFRI[®] se fabrican ex profeso en cada caso y se dimensionan según las necesidades de la estructura donde irán ubicados.

Es necesario prever un coeficiente de seguridad geométrico en las dimensiones de las placas de deslizamiento, el cual debe añadirse a las dimensiones requeridas por los desplazamientos previstos en la estructura.

3.1.4. CARGAS VERTICALES

Las cargas verticales admisibles de los apoyos NOFRI[®] provistos de almohadilla de PTFE son un 50% mayores que las de los apoyos armados standard y superbasculantes del mismo formato.

3.1.5 ROTACIONES Y GIROS

En este apartado se verifica exactamente lo mismo que se ha expuesto para los apoyos armados standard y superbasculantes, en los apartados 1.1.1.3 y 1.3.2.1.

3.1.6. REACCIÓN ELÁSTICA

Los apoyos tipo SE-QE se comportan como apoyos elásticos normales para la dirección fija. Por tanto son capaces de admitir esfuerzos horizontales, al mismo tiempo que permiten pequeños desplazamientos.

Con los apoyos tipo SE-QE es posible garantizar que los esfuerzos laterales (p.e. viento) son igualmente repartidos entre todos los apoyos de una fila, lo cual es totalmente imposible obtener con apoyos de fijación rígida.

Al mismo tiempo los apoyos de fijación elástica son insensibles a los errores de dirección, cualesquiera que sean sus causas, ya sea defectuosa colocación o a la estructura propiamente dicha, como ocurre siempre en los puentes en esbiaje y curvos.

3.1.7. TIPOLOGÍA DE APOYOS

Según las necesidades del proyecto y las solocitaciones a que está sometido el apoyo, varían los diversos componentes del mismo y la forma de unión entre ellos.

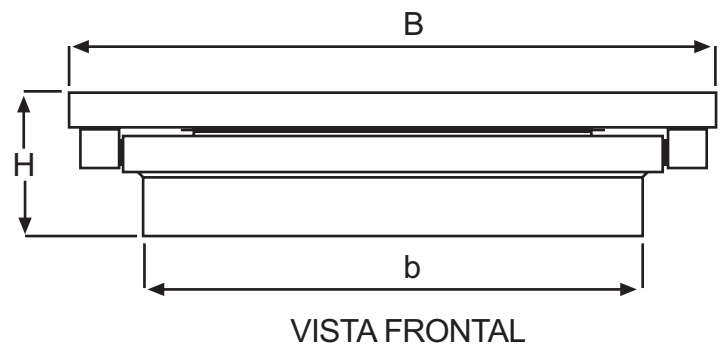
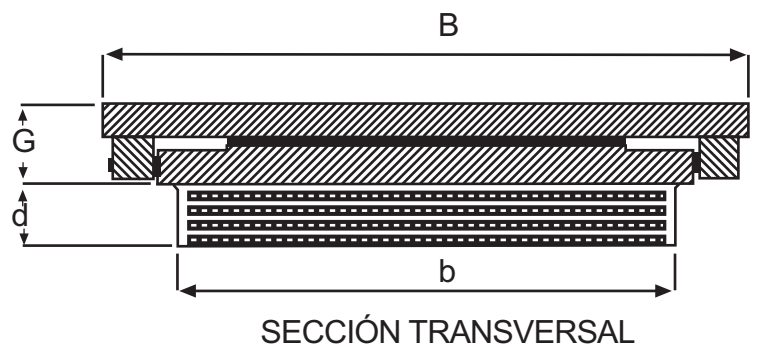
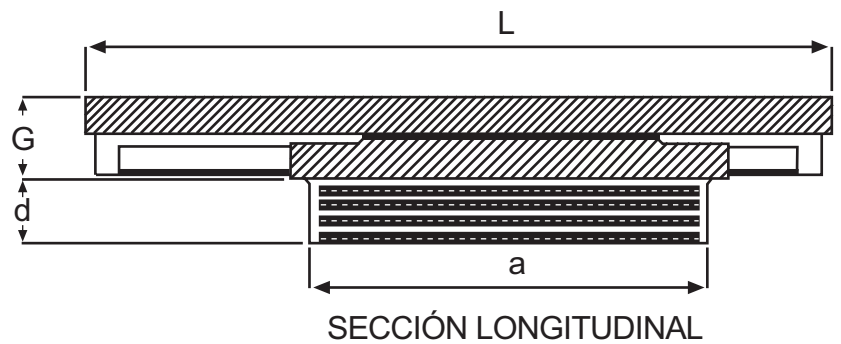
En la parte inferior puede haber una chapa, con o sin anclajes (en los de guiado rígido "SE-QF" siempre existe) vulcanizada, o no, al cuerpo elastomérico y también puede haber una chapa gofrada vulcanizada.

La placa porta-teflón también puede estar vulcanizada al cuerpo elastomérico, o simplemente apoyada.

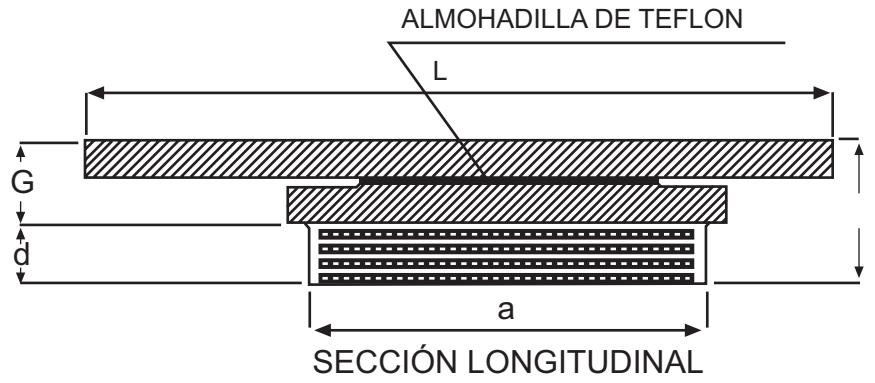
La placa deslizante puede llevar anclajes incorporados, y también puede ser en simple o doble cuña, para adaptarse a la pendiente y/o peralte del puente (para elementos prefabricados y puentes mixtos).

TIPO SE-QE

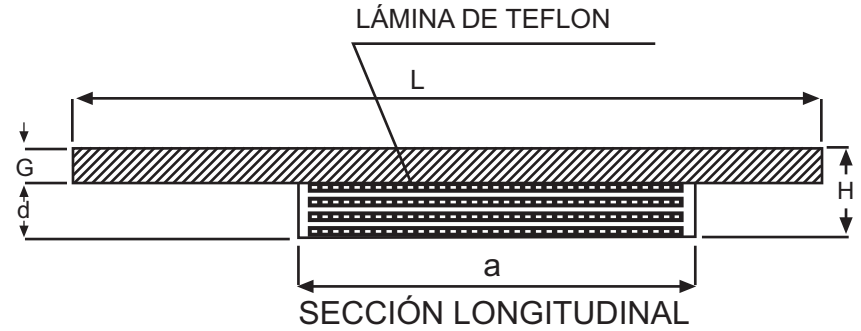
Deslizamiento libre en una dirección.
fijación elástica en otra dirección



TIPO SE-AB
Deslizamiento libre
en las 2 direcciones
con almohadilla de PTFE



TIPO SE-AB
Deslizamiento libre
en las 2 direcciones
con lámina de PTFE



TIPO SE-QF
Deslizamiento libre
en una dirección
Fijación rígida
en la otra dirección.

