

VOLUME	PRODUCTS CATALOGUE
05	SISTEMAS DE APOYO



01. PERFIL DE LA EMPRESA	03
02. APOYOS CRITERIO DE SELECCION	07
03. SISTEMA DE APOYO TENS RUBBER (TR)	11
04. SISTEMA DE APOYO TENS POT (TP)	23
05. SISTEMA DE APOYO TENS SPHERICAL (TS)	39
06. DISPOSICIONES GENERALES Y PRÁCTICAS	55
07. CALIDAD Y PRUEBAS	61
08. INSTALACIÓN Y SUSTITUCIÓN	65



01

PERFIL DE LA EMPRESA

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas en todo el mundo.



TENSA

Tensacciai, actualmente denominada TENSA, fue fundada en 1951 y tiene su sede central en Milán, Italia. Mantiene actividades en más de 50 países y tiene presencia directa en 14 países. TENSA es líder en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada. TENSA dispone de amplias referencias y sus productos han recibido numerosas certificaciones en todo el mundo.

HISTORIA

1951: Inicio de la actividad

1964: En los años 60, Tensacciai crece de forma notable en Italia. La tecnología de postensado está dando sus primeros pasos y su aplicación es todavía experimental.

1970: Se inicia un programa de renovación tecnológica con la adopción del cable de acero.

1980: Tensacciai desarrolla nuevos equipos y sistemas de tendido para anclajes al suelo que combinan innovación, versatilidad y facilidad de uso.

1990: Se abren nuevas filiales en Brasil, India y Australia. En Europa se establecen empresas asociadas en Portugal, Grecia y Países Bajos.

2000: El proceso de internacionalización de Tensacciai sigue su curso.

2010: La compañía se implica directamente en proyectos de los cinco continentes.

2011: Tensacciai es adquirida por Deal - proveedor de soluciones líder mundial en el campo de la construcción de puentes - y pasa a formar parte de De Echer Group. Tensacciai es ahora miembro de una organización capaz de diseñar, fabricar e instalar sistemas en todo el mundo gracias a la especialización de los ingenieros y técnicos del departamento técnico y de control de calidad. Todos los procesos de producción y entrega están avalados por las certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

2012: Tensacciai se fusiona con Tesit, otro importante proveedor especializado en hormigón y con experiencia internacional en postensado, barras de acero, apoyos estructurales y juntas de calzada.

La fusión los convierte en un actor principal en el campo de la subcontratación especializada. Tensacciai celebra un acuerdo de licencia de exclusividad mundial con TIS (Tecnico Idraulico-Stradali S.r.l.), una empresa con sede en Roma experta en el diseño y la producción de apoyos estructurales, juntas de calzada y dispositivos antisísmicos desde 1973.

2014: Tensacciai adquiere TIS.

2015: TENSA se constituye a partir de la fusión y el desarrollo de las tres compañías mencionadas anteriormente: Tensacciai, Tesit y TIS.

MISIÓN

Nuestra misión es mejorar constantemente los métodos y la calidad de los procesos de construcción a través de la investigación, la innovación y la cooperación con diseñadores, ingenieros y contratistas de todo el mundo. Una apuesta decidida por la calidad es la única manera de garantizar estructuras seguras y duraderas. Apoyamos el diseño desde la fase inicial, sobrepasando los estándares para desarrollar soluciones personalizadas. Consideramos que la puntualidad en la ejecución y el servicio es un aspecto clave para el establecimiento de relaciones sólidas. Nuestra base de conocimiento se centra en tirantes, sistemas de postensado, dispositivos antisísmicos, apoyos estructurales y juntas de calzada, además de todos los accesorios, equipos y servicios relacionados.

TENSA procura aplicar su vasta experiencia en la búsqueda de nuevos métodos y variantes de aplicaciones, desarrollando para ello soluciones ingeniosas que se emplearán en la construcción de nuevas estructuras, ya sean edificios o infraestructuras, así como en la rehabilitación de las ya existentes.

CATÁLOGOS DE PRODUCTOS

01 - TIRANTES

02 - POSTENSADO

03 - ANCLAJES AL TERRENO

04 - JUNTAS DE DILATACIÓN

05 - APOYOS

06 - AMORTIGUADORES Y STU

07 - AISLADORES SÍSMICOS

08 - DISPOSITIVOS ELASTO-PLÁSTICOS

09 - CONTROL DE VIBRACIONES





Jamal Abdul Nasser Street, Kuwait City (Kuwait)

17-09-13
BN38E 01

02

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE APOYO

La elección de un sistema de apoyo representa una parte significativa del diseño estructural de una construcción.



INTRODUCCIÓN

En la ingeniería civil, el diseño de grandes estructuras - tales como puentes, viaductos y edificios - presenta diversas variables que deben tomarse en consideración a la hora de realizar grandes obras que cumplan con las especificaciones requeridas.

Desde las primeras fases del estudio de una estructura, el diseñador debe definir el esquema estático que se empleará teniendo en cuenta una serie de limitaciones que conectan los distintos elementos estructurales entre sí y con las cimentaciones.

Entre los distintos problemas que hay que considerar para definir adecuadamente las limitaciones estructurales, está la interpretación correcta del comportamiento cinemática-deformación de los elementos estructurales individuales y del sistema global. En efecto, las estructuras sufren desplazamientos, rotaciones y deformación causados por cargas activas (de distinta naturaleza: estática, dinámica, térmica, etc.) o por fenómenos asociados al envejecimiento de los materiales tales como la retracción y fluencia.

Los movimientos, las rotaciones y las deformaciones deben ser considerados y tolerados siempre que sea estrictamente necesario y conforme al criterio de limitaciones del diseñador.

En el presente catálogo técnico se consideran los siguientes tipos de apoyos:

1. Los apoyos fijos, que permiten la rotación entre dos elementos estructurales y transfieren las cargas necesarias.
2. Los apoyos con deslizamiento guiado, que transfieren las cargas verticales, permiten la rotación entre dos elementos estructurales y el desplazamiento en una sola dirección, y transfieren la carga lateral en la parte fija.
3. Los apoyos con deslizamiento libre, que transfieren las cargas verticales y permiten la rotación entre dos elementos estructurales y el desplazamiento en todas las direcciones del plano.

Jamal Abdul Nasser Street, Kuwait City (Kuwait)



CRITERIOS DE SELECCIÓN

La definición de apoyos representa una parte importante del diseño estructural, tanto desde el punto de vista de la seguridad como de la durabilidad de los distintos componentes estructurales. A la hora de definir qué dispositivos de apoyo se van a emplear, se deben considerar varios aspectos vinculados a los costes y requisitos de funcionalidad.

En función de los desplazamientos, las rotaciones relativas y las cargas esperadas, TENSA sugiere tres tipos de apoyos estructurales capaces de satisfacer distintas necesidades:

- TR – TENS RUBBER;
- TP – TENS POT;
- TS – TENS SPHERICAL.

CRITERIOS DE ROTACIÓN:

Todos los sistemas de apoyo mencionados previamente permiten una rotación relativa entre elementos estructurales conectados.

Con el objetivo de facilitar la selección del sistema de apoyo más adecuado, en la tabla 1 se muestra el rango de rotación que se utiliza habitualmente en el diseño de los apoyos TR Rubber, TP Pot y TS Spherical.

TIPO DE APOYO	TR	TP	TS
Rotación (φ) [rad]	≤ 0.01	$0.01 \leq \varphi \leq 0.02$	≥ 0.02

Tabla 1 - Rango de rotación recomendado para los apoyos TR, TP y TS

CRITERIOS DE DESPLAZAMIENTO:

Excepto en el caso de los apoyos fijos, los apoyos TR, TP y TS pueden absorber importantes desplazamientos longitudinales o transversales gracias al deslizamiento relativo que se produce entre una placa con una superficie de acero inoxidable y un revestimiento de PTFE provisto de cavidades debidamente lubricadas. Dichas cavidades o alveolos pueden albergar un lubricante que reduce considerablemente el coeficiente de fricción. Esto reduce en consecuencia el fenómeno de desgaste de PTFE. Ante la presencia de limitaciones a grandes desplazamientos (por ejemplo, un viaducto de tramos largos), es recomendable utilizar apoyos TP o TS para así minimizar los costes y reducir las dimensiones generales.

CRITERIOS DE CARGA:

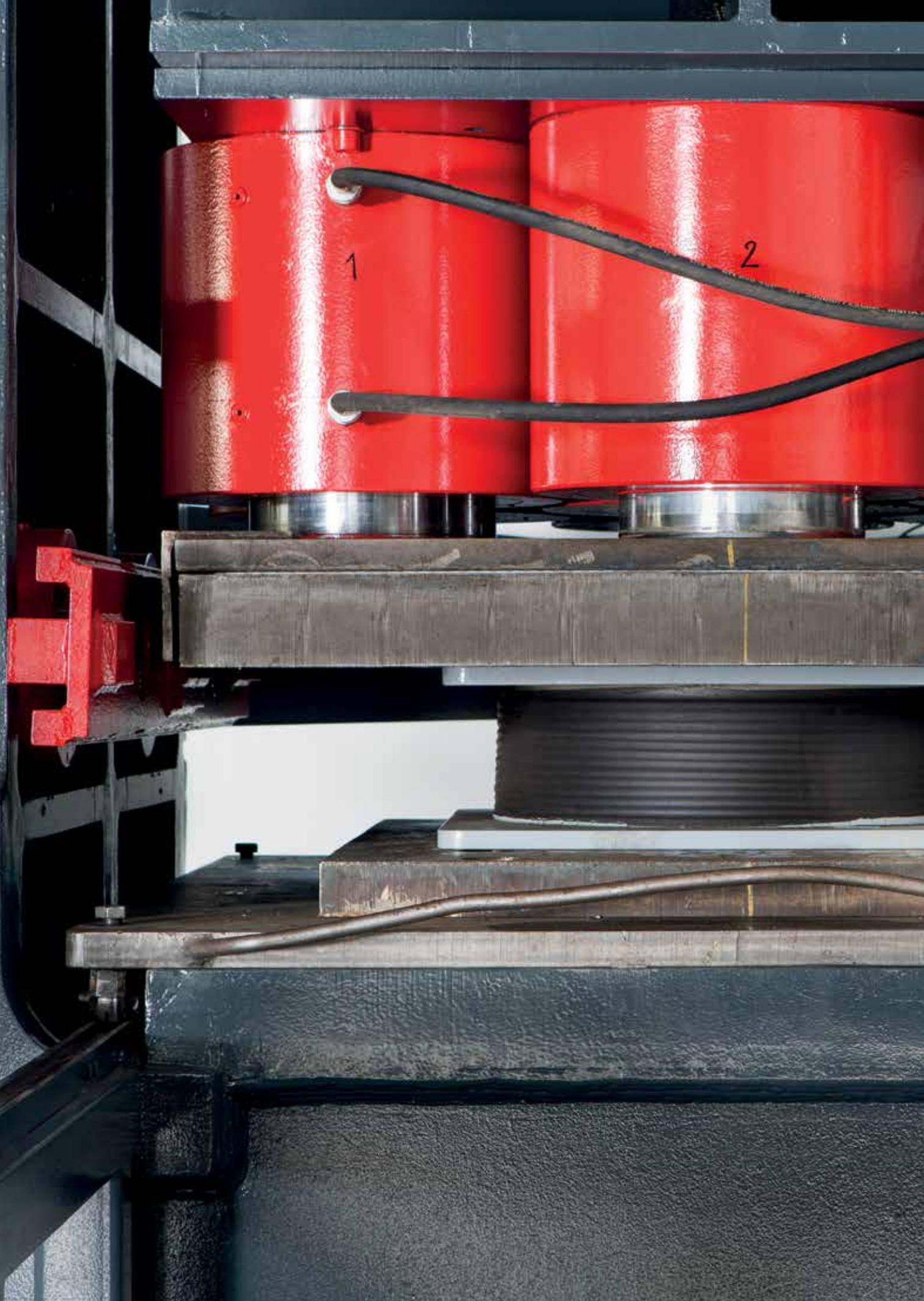
Para facilitar la selección del tipo de apoyo más adecuado en función de la carga, la tabla 2 incluye supuestos habituales de carga para el diseño de apoyos de tipo TR, TP y TS.

TIPO DE APOYO	TR	TP	TS
Carga	Baja – Media	Baja – Media alta	Baja – Media alta

Tabla 2 - Carga tolerable para los apoyos TR, TP y TS

Esta información tiene carácter indicativo. No obstante, también se incluye una evaluación correcta con referencia a los datos de diseño (carga vertical, presión máxima transferible a la superestructura y al cabezal, dimensiones disponibles en la superestructura y la subestructura, así como el espacio vertical disponible para albergar el apoyo).

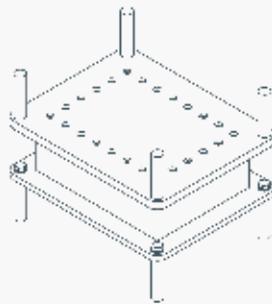
Con unas cargas soportadas iguales, se puede afirmar que las dimensiones de los dispositivos TR son superiores si las comparamos con las de los dispositivos TP y TS. Las tablas y los supuestos sugeridos hasta el momento deben tomarse como una indicación general y no como reglas de selección rígidas. Para obtener información detallada, véanse las correspondientes tablas técnicas de los apoyos TR, TP y TS.



03

APOYOS TENS RUBBER (TR)

Gracias a su durabilidad y comodidad,
los apoyos TENS RUBBER suponen una
solución eficaz y competitiva.



DESCRIPCIÓN

En este capítulo se hace referencia a los apoyos TENS RUBBER (TR). Los apoyos TENS RUBBER son capaces de transferir las cargas verticales y laterales entre la superestructura y la subestructura; permiten el desplazamiento en todas las direcciones y las rotaciones alrededor de cualquier eje gracias a la deformación elástica del caucho.

Por lo general, los apoyos TR están compuestos de capas de caucho que se alternan con chapas de acero, si bien pueden estar compuestos exclusivamente de caucho. El apoyo se fabrica mediante el proceso de vulcanización.

Las chapas de acero están integradas totalmente en el elastómero, quedando así protegidas contra los agentes externos y la corrosión. Esta elección de materiales depende de la necesidad de deformación elástica en el plano horizontal y de la resistencia a las cargas verticales.

La altura total del caucho, considerada como suma del grosor de las capas individuales, afecta profundamente a la capacidad de desplazamiento relativo entre los elementos conectados. De hecho, los desplazamientos tolerables en estado límite último (ELU) se corresponden con una deformación tangencial del caucho equivalente a $\tan \gamma = 1$ (esto significa que el desplazamiento lateral máximo en estado límite último es igual a la altura total del caucho, sin considerar las cubiertas superior e inferior si tienen un grosor inferior a 2,5 mm). El apoyo es capaz de deformarse en todas las direcciones del plano horizontal.

Normalmente, los apoyos tienen forma rectangular (o circular, bajo pedido).

Para extender su uso es posible combinarlos con apoyos complementarios como deslizadores, bien provisionales o permanentes, o con sistemas de retención mecánica que limiten su deformación o dirección de deslizamiento.

En función del tipo de obra y de las especificaciones de diseño, el anclaje de los apoyos puede normalmente realizarse de las siguientes maneras:

- pernos de anclaje y tuercas (recomendado para estructuras hormigonadas in situ);
- perno tipo pin (recomendado para superestructuras de acero o prefabricadas donde se requieran placas de reparto para alojar los pernos);
- tuercas (recomendado para estructuras de acero o de hormigón prefabricadas, en caso de que haya una placa de reparto provista de orificios roscados y unida mediante lechada de cemento a la estructura);
- adhesión/fricción (todo tipo de estructuras).

Con el objetivo de facilitar la instalación y las posibles operaciones de sustitución, pueden emplearse chapas de acero adicionales entre el apoyo y la estructura.

Los apoyos TR presentan las siguientes ventajas:

- coste moderado;
- buena capacidad de absorción de las vibraciones transmitidas por los componentes estructurales;
- estabilidad;
- fácil instalación y sustitución;
- pocos errores durante el proceso de instalación;
- durabilidad.

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES

Según la norma EN 1337-3, los apoyos TENS RUBBER se pueden dividir en tres tipos:

- Apoyos de tipo B
- Apoyos de tipo C
- Apoyos de tipo E.

A continuación se incluyen varias descripciones y diagramas explicativos.

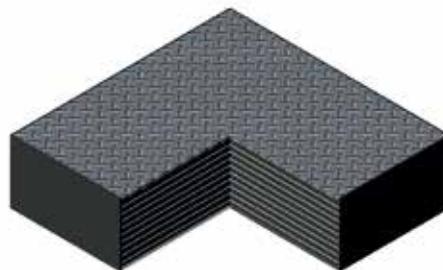


Apoyo rectangular de tipo B

APOYOS DE TIPO B

Este tipo de apoyo representa una solución básica muy conveniente gracias a su precio competitivo y a su fácil instalación.

El dispositivo se compone de capas de caucho vulcanizadas que se alternan con chapas de acero. La transferencia de las cargas laterales se produce por medio de la fricción entre el caucho y la superestructura o la subestructura. Cada dispositivo se fabrica de manera individual con un molde específico de forma cilíndrica o cúbica.



Apoyo rectangular de tipo C con adherencia mejorada

APOYOS DE TIPO C

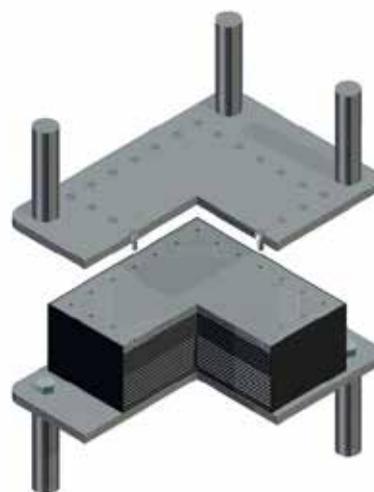
Los apoyos de tipo C son similares a los de tipo B, con la diferencia de que incluyen dos o tres chapas de acero en la parte externa que a veces presentan un sistema de anclaje.

Si el apoyo no necesita ir anclado mecánicamente, las chapas externas presentan una superficie con adherencia mejorada. También en este caso la transferencia de cargas laterales a la superestructura y la subestructura se produce mediante fricción.

Todo anclaje mecánico requiere que el apoyo cuente con chapas de acero que incluyan espacios para las restricciones mecánicas. Más adelante se enumeran algunas de las soluciones estándar para apoyos de caucho con anclaje mecánico sugeridas por TENSA.

La placa base está vulcanizada directamente en el apoyo y unida al cabezal por medio de pernos de anclaje. En la chapa superior, unida mediante vulcanización al caucho, se dispone un perno tipo pin que se inserta en la placa de reparto superior, también provista de pernos de anclaje. Para reemplazar el apoyo, simplemente hay que elevar ligeramente la estructura, dado que no hay elementos de anclaje embebidos en el hormigón.

En cuanto a la elección de los anclajes que se debe utilizar, consulte el apartado correspondiente del capítulo 6.



Apoyo rectangular de tipo C anclado mecánicamente

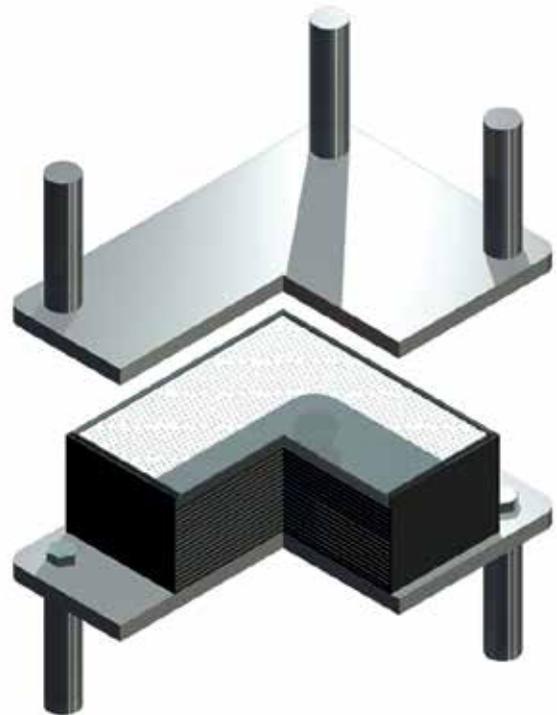
APOYOS DE TIPO E

Los apoyos de tipo E son apoyos de caucho provistos con láminas de PTFE que presentan unos alveolos debidamente lubricados con grasa siliconada y que están en contacto con una superficie pulida de acero austenítico. El desplazamiento tiene lugar gracias al deslizamiento entre las dos superficies en contacto. Este sistema logra reducir drásticamente el coeficiente de fricción, con lo que se obtiene un mayor desplazamiento sin provocar una excesiva deformación de la almohadilla del caucho. Para evitar la contaminación por suciedad que podría incrementar la fricción y desgastar rápidamente el PTFE, los apoyos compuestos de TENSA están provistos de una junta para evitar la entrada de polvo. Los apoyos también están equipados con una regla que permite comprobar rápidamente el desplazamiento real de la estructura durante una inspección.

La utilización del apoyo TENS RUBBER de tipo E se recomienda en determinadas situaciones en las que el desplazamiento es un factor importante. Esta solución es más económica y técnicamente más adecuada que la solución con movimientos por deformación elástica del caucho.

Este sistema permite la absorción de desplazamientos irreversibles (retracción, deslizamiento, etc.) sin deformar el caucho y, además, permite llevar a cabo operaciones de postensado con unas pérdidas de carga de fricción mínimas.

Si el apoyo debe permitir el desplazamiento en una única dirección, aparte de la placa deslizante cubierta con acero inoxidable que está en contacto con el PTFE, hay una guía central de acero. Otra forma de lograr el mismo efecto es colocar en el exterior dos guías soldadas.



Apoyo de tipo E: solución que permite desplazamientos en todas las direcciones

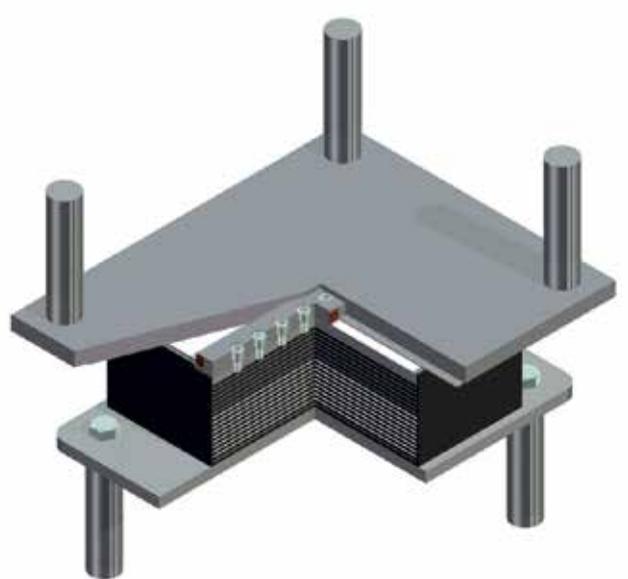
Este sistema permite la transferencia rígida de acciones laterales entre la estructura superior y el apoyo de caucho (permitiéndole continuar deformándose en dicha dirección) o entre las estructuras superior e inferior en la única dirección vinculada y, al mismo tiempo, garantiza la capacidad de deslizamiento necesario en la dirección libre.

Para evitar asimismo la fricción entre la guía y la placa deslizante, los dos lados verticales de la guía cuentan con un material compuesto antifricción (CM1). CM1 consta de tres capas: una tira de bronce de refuerzo y una matriz porosa sinterizada de interconexión, recubierta con una mezcla de PTFE y plomo. Este material, conforme a la norma EN 1337-2, muestra una resistencia mecánica adecuada y un coeficiente de fricción en contacto con el acero inoxidable lo suficientemente bajo.

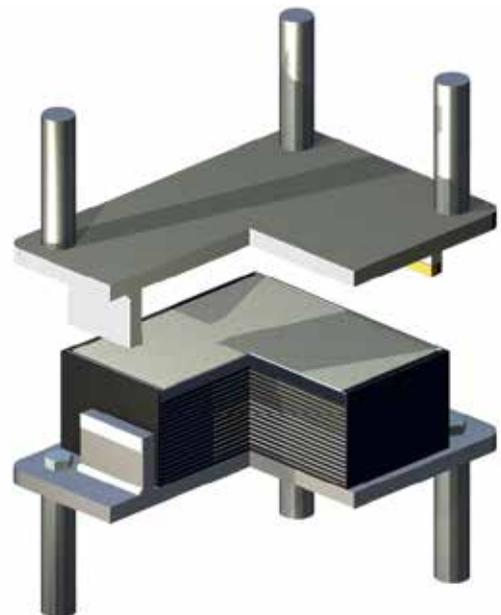
TENS RUBBER PARA APLICACIONES ESPECIALES

El diseño de los apoyos TR se puede adaptar a distintos requisitos de diseño y construcción, lo que permite integrarlos con otros elementos como:

- un sistema de células de carga y transductores de desplazamiento para calcular el rango y las variaciones de las fuerzas y desplazamientos;
- un compuesto dieléctrico que protege el apoyo frente a fenómenos de electroerosión provocados por corrientes de fuga (por ejemplo, líneas ferroviarias electrificadas);
- un sistema hidráulico o mecánico para realizar ajustes verticales en caso de que haya asentamientos diferenciales.
- elementos adicionales para soportar tanto tensiones frecuentes como poco habituales, operando tanto en estado límite de servicio (ELS) como en estado límite último (ELU), que permiten al mismo tiempo la absorción de rotaciones impuestas por la estructura;
- elementos adicionales que permiten algunas características necesarias durante la fase de construcción/lanzamiento de la estructura y que pueden tener otras características durante vida útil de la estructura. En este caso, pueden incluirse apoyos guiados o libres que se convierten en fijos posteriormente o viceversa, así como otras muchas combinaciones.



Apoyo de tipo E: solución que permite desplazamientos en solo una dirección (guía central)



Apoyo de tipo E: solución que permite desplazamientos en solo una dirección (guías laterales)

MATERIALES

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE APOYO TR CON LA MARCA CE HACEN REFERENCIA A LO INDICADO A CONTINUACIÓN Y A LA NORMA EN 1337.

ELEMENTO	MATERIAL	NORMAS
Placas de acero vulcanizado	S235J2, S275J2 or S355J2 (siempre que haya un alargamiento en rotura equivalente a S235)	EN 10025
Placas exteriores	S235J2, S275J2 or S355J2 (siempre que haya un alargamiento en rotura equivalente a S235)	EN 10025
Elastómero	Caucho natural (NR) Compuesto de neopreno (CR)	EN 1337-3
Acero inoxidable	Inox X2 o X5CrNiMo17/12	EN 10088
Superficies deslizantes	PTFE	EN 1337-2
Grasa lubricante	Grasa siliconada	EN 1337-2
Placa de reparto, placa deslizante, loseta de contención	S355J2 o S275J2	EN 10025

MARCADO

Los apoyos RUBBER están identificados mediante su acrónimo TR (TENS RUBBER). Los números que aparecen debajo representan las dimensiones en planta y la altura del dispositivo. A continuación puede verse un ejemplo.

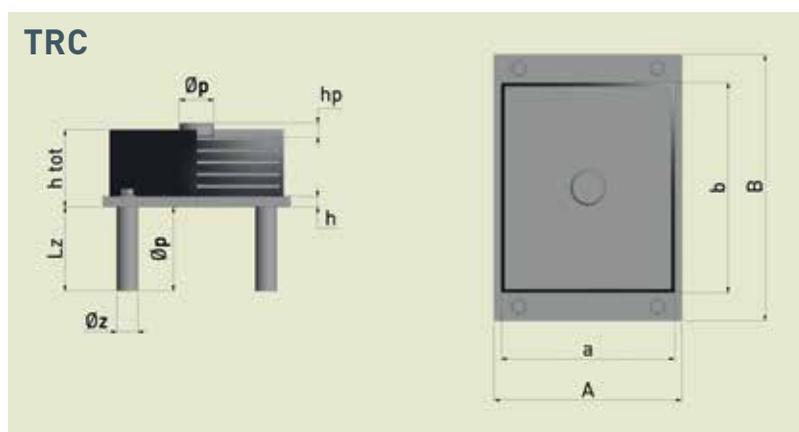
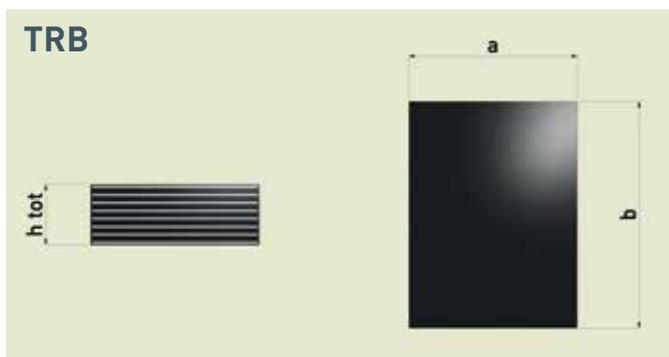
Dimensión
TR | **100X150X31**
|
TENS
RUBBER

DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DE LOS APOYOS

En las tablas siguientes se detallan las dimensiones que hacen referencia a los apoyos de caucho sin anclajes (TR tipo B) y a los apoyos de caucho con chapas externas provistas con pernos inferiores y un perno tipo pin superior (TR tipo C).

Las dimensiones del apoyo que se sugieren aquí son las mismas que en EN 1337-3.

Para cada dimensión en planta se han considerado dos alturas de caucho diferentes para así cubrir las deformaciones pequeñas y grandes. En el diseño se ha aplicado la deformación máxima de cizalla igual a la altura total del caucho. Para los valores máximos de carga vertical, se han considerado dos rotaciones diferentes alrededor de los ejes transversales del apoyo (0,01 rad y 0,005 rad). Los valores mínimos de las cargas verticales se han estimado únicamente para rotaciones iguales a 0,01 rad.



TR

TENS RUBBER TIPO B

APOYO		GEOMETRÍA					
Nombre	Desplazamientos Bajo/Alto	Dimensiones a x b (mm)	Elastómero			Chapas de refuerzo t _s (mm)	Altura h _{tot} (mm)
			t _l (mm)	n°	T _q (mm)		
TR 100 x 150 x 31	L	100 x 150	8	2	22	3	31
TR 100 x 150 x 42	H	100 x 150	8	3	30	3	42
TR 100 x 200 x 31	L	100 x 200	8	2	22	3	31
TR 100 x 200 x 42	H	100 x 200	8	3	30	3	42
TR 150 x 200 x 31	L	150 x 200	8	2	22	3	31
TR 150 x 200 x 53	H	150 x 200	8	4	38	3	53
TR 150 x 250 x 31	L	150 x 250	8	2	22	3	31
TR 150 x 250 x 53	H	150 x 250	8	4	38	3	53
TR 150 x 300 x 31	L	150 x 300	8	2	22	3	31
TR 150 x 300 x 53	H	150 x 300	8	4	38	3	53
TR 200 x 250 x 42	L	200 x 250	8	3	30	3	42
TR 200 x 250 x 75	H	200 x 250	8	6	54	3	75
TR 200 x 300 x 42	L	200 x 300	8	3	30	3	42
TR 200 x 300 x 75	H	200 x 300	8	6	54	3	75
TR 200 x 350 x 42	L	200 x 350	8	3	30	3	42
TR 200 x 350 x 75	H	200 x 350	8	6	54	3	75
TR 200 x 400 x 42	L	200 x 400	8	3	30	3	42
TR 200 x 400 x 75	H	200 x 400	8	6	54	3	75
TR 250 x 300 x 42	L	250 x 300	8	3	30	3	42
TR 250 x 300 x 86	H	250 x 300	8	7	62	3	86
TR 250 x 400 x 42	L	250 x 400	8	3	30	3	42
TR 250 x 400 x 86	H	250 x 400	8	7	62	3	86
TR 300 x 400 x 58	L	300 x 400	12	3	42	4	58
TR 300 x 400 x 106	H	300 x 400	12	6	78	4	106
TR 300 x 500 x 58	L	300 x 500	12	3	42	4	58
TR 300 x 500 x 106	H	300 x 500	12	6	78	4	106
TR 300 x 600 x 58	L	300 x 600	12	3	42	4	58
TR 300 x 600 x 106	H	300 x 600	12	6	78	4	106
TR 350 x 450 x 58	L	350 x 450	12	3	42	4	58
TR 350 x 450 x 122	H	350 x 450	12	7	90	4	122
TR 400 x 500 x 74	L	400 x 500	12	4	54	4	74
TR 400 x 500 x 138	H	400 x 500	12	8	102	4	138
TR 400 x 600 x 74	L	400 x 600	12	4	54	4	74
TR 400 x 600 x 138	H	400 x 600	12	8	102	4	138
TR 450 x 600 x 74	L	450 x 600	12	4	54	4	74
TR 450 x 600 x 154	H	450 x 600	12	9	114	4	154
TR 500 x 600 x 74	L	500 x 600	12	4	54	4	74
TR 500 x 600 x 170	H	500 x 600	12	10	126	4	170
TR 600 x 600 x 95	L	600 x 600	16	4	70	5	95
TR 600 x 600 x 200	H	600 x 600	16	9	150	5	200
TR 600 x 700 x 95	L	600 x 700	16	4	70	5	95
TR 600 x 700 x 200	H	600 x 700	16	9	150	5	200
TR 700 x 700 x 95	L	700 x 700	16	4	70	5	95
TR 700 x 700 x 221	H	700 x 700	16	10	166	5	221
TR 700 x 800 x 95	L	700 x 800	16	4	70	5	95
TR 700 x 800 x 221	H	700 x 800	16	10	166	5	221
TR 800 x 800 x 111	L	800 x 800	20	4	86	5	111
TR 800 x 800 x 261	H	800 x 800	20	10	206	5	261
TR 900 x 900 x 111	L	900 x 900	20	4	86	5	111
TR 900 x 900 x 286	H	900 x 900	20	11	226	5	286

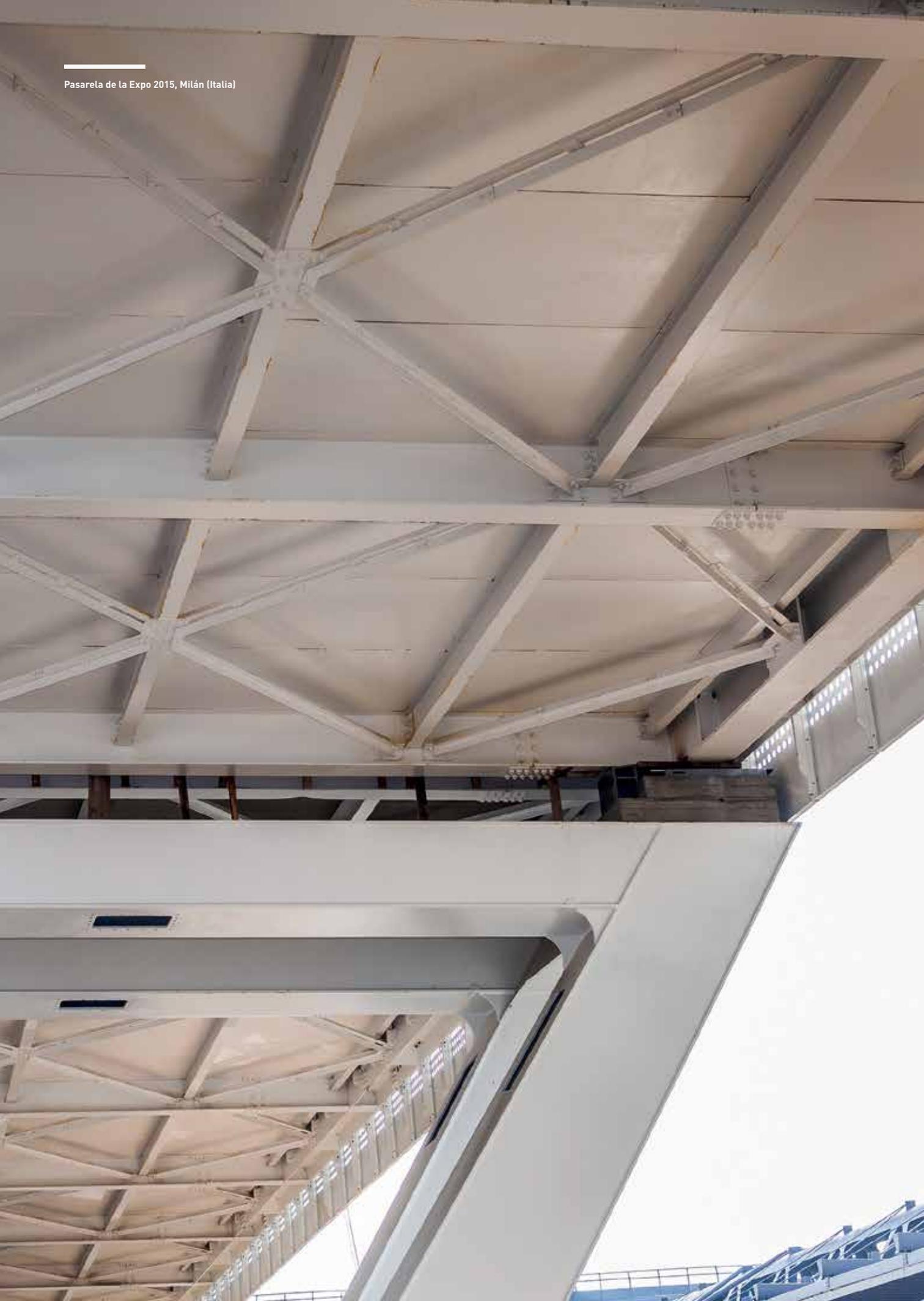
APOYO		CARACTERÍSTICAS					
Nombre	Desplazamientos Bajo/Alto	Rigidez horizontal K_o (kN/mm)	Desplazamiento horizontal ELU $v_{y,d \max}$ (mm)	Carga vertical ELU			Carga horizontal ELU $F_{y,d \max}$ [kN]
				$F_{z,d \max}$ ($\alpha = 0.01$) [kN]	$F_{z,d \max}$ ($\alpha = 0.005$) [kN]	$F_{z,d \min}$ [kN]	
TR 100 x 150 x 31	L	0,61	22	110	110	50	14
TR 100 x 150 x 42	H	0,45	30	60	60	60	14
TR 100 x 200 x 31	L	0,82	22	165	165	65	18
TR 100 x 200 x 42	H	0,60	30	95	95	80	18
TR 150 x 200 x 31	L	1,23	22	350	380	70	27
TR 150 x 200 x 53	H	0,71	38	255	255	100	27
TR 150 x 250 x 31	L	1,53	22	490	525	85	34
TR 150 x 250 x 53	H	0,89	38	355	355	120	34
TR 150 x 300 x 31	L	1,84	22	630	680	105	41
TR 150 x 300 x 53	H	1,07	38	455	455	140	41
TR 200 x 250 x 42	L	1,50	30	770	840	120	45
TR 200 x 250 x 75	H	0,83	54	510	510	160	45
TR 200 x 300 x 42	L	1,80	30	1010	1100	140	54
TR 200 x 300 x 75	H	1,00	54	670	670	190	54
TR 200 x 350 x 42	L	2,10	30	1255	1360	165	63
TR 200 x 350 x 75	H	1,17	54	835	835	215	63
TR 200 x 400 x 42	L	2,40	30	1510	1560	190	72
TR 200 x 400 x 75	H	1,33	54	1005	1005	245	72
TR 250 x 300 x 42	L	2,25	30	1345	1520	185	68
TR 250 x 300 x 86	H	1,09	62	1085	1085	215	68
TR 250 x 400 x 42	L	3,00	30	2045	2045	305	90
TR 250 x 400 x 86	H	1,45	62	1655	1655	280	90
TR 300 x 400 x 58	L	2,57	42	2020	2215	295	108
TR 300 x 400 x 106	H	1,38	78	1380	1380	340	108
TR 300 x 500 x 58	L	3,21	42	2780	3035	365	135
TR 300 x 500 x 106	H	1,73	78	1905	1905	420	135
TR 300 x 600 x 58	L	3,86	42	3575	3655	440	162
TR 300 x 600 x 106	H	2,08	78	2445	2445	495	162
TR 350 x 450 x 58	L	3,38	42	2930	3275	395	142
TR 350 x 450 x 122	H	1,58	90	2130	2130	430	142
TR 400 x 500 x 74	L	3,33	54	4115	4115	495	180
TR 400 x 500 x 138	H	1,76	102	3110	3110	530	180
TR 400 x 600 x 74	L	4,00	54	4955	4955	665	216
TR 400 x 600 x 138	H	2,12	102	4050	4050	635	216
TR 450 x 600 x 74	L	4,50	54	5690	5690	950	243
TR 450 x 600 x 154	H	2,13	114	4805	4805	700	243
TR 500 x 600 x 74	L	5,00	54	6430	6430	1295	270
TR 500 x 600 x 170	H	2,14	126	5365	5365	770	270
TR 600 x 600 x 95	L	4,63	70	7295	7670	1035	324
TR 600 x 600 x 200	H	2,16	150	5880	5880	905	324
TR 600 x 700 x 95	L	5,40	70	8970	8970	1365	378
TR 600 x 700 x 200	H	2,52	150	7415	7415	1050	378
TR 700 x 700 x 95	L	6,30	70	10170	10695	2130	441
TR 700 x 700 x 221	H	2,66	166	9035	9035	1160	441
TR 700 x 800 x 95	L	7,20	70	12245	12245	2700	504
TR 700 x 800 x 221	H	3,04	166	10345	10345	1315	504
TR 800 x 800 x 111	L	6,70	86	13340	13900	2220	576
TR 800 x 800 x 261	H	2,80	206	10795	10795	1610	576
TR 900 x 900 x 111	L	8,48	86	16835	17885	3840	729
TR 900 x 900 x 286	H	3,23	226	14770	14770	1975	729

TR

TENS RUBBER TIPO C

APOYO		GEOMETRÍA									
Nombre	Desplazamientos Bajo/Alto	Dimensiones a x b (mm)	Elastómero			Chapas de refuerzo t _s (mm)	Chapa de acero inferior A x B x h (mm)	Altura h _{tot} (mm)	Pernos de anclaje inferiores		
			t _i (mm)	n°	T _q (mm)				n°	Ø _z (mm)	L _z (mm)
TR 100 x 150 x 49	L	100 x 150	8	2	21	3	120 x 230 x 15	49	2	30	120
TR 100 x 150 x 60	H	100 x 150	8	3	29	3	120 x 230 x 15	60	2	30	120
TR 100 x 200 x 49	L	100 x 200	8	2	21	3	120 x 280 x 15	49	2	30	120
TR 100 x 200 x 60	H	100 x 200	8	3	29	3	120 x 280 x 15	60	2	30	120
TR 150 x 200 x 49	L	150 x 200	8	2	21	3	170 x 280 x 15	49	2	30	120
TR 150 x 200 x 71	H	150 x 200	8	4	37	3	170 x 280 x 15	71	2	30	120
TR 150 x 250 x 49	L	150 x 250	8	2	21	3	170 x 330 x 15	49	2	30	120
TR 150 x 250 x 71	H	150 x 250	8	4	37	3	170 x 330 x 15	71	2	30	120
TR 150 x 300 x 49	L	150 x 300	8	2	21	3	170 x 380 x 15	49	2	30	120
TR 150 x 300 x 71	H	150 x 300	8	4	37	3	170 x 380 x 15	71	2	30	120
TR 200 x 250 x 60	L	200 x 250	8	3	29	3	220 x 330 x 15	60	2	30	120
TR 200 x 250 x 93	H	200 x 250	8	6	53	3	220 x 330 x 15	93	2	30	120
TR 200 x 300 x 60	L	200 x 300	8	3	29	3	220 x 380 x 15	60	2	30	120
TR 200 x 300 x 93	H	200 x 300	8	6	53	3	220 x 380 x 15	93	2	30	120
TR 200 x 350 x 60	L	200 x 350	8	3	29	3	220 x 430 x 15	60	2	30	120
TR 200 x 350 x 93	H	200 x 350	8	6	53	3	220 x 430 x 15	93	2	30	120
TR 200 x 400 x 60	L	200 x 400	8	3	29	3	220 x 500 x 15	60	2	30	120
TR 200 x 400 x 93	H	200 x 400	8	6	53	3	220 x 500 x 15	93	2	30	120
TR 250 x 300 x 60	L	250 x 300	8	3	29	3	270 x 380 x 15	60	2	30	120
TR 250 x 300 x 104	H	250 x 300	8	7	61	3	270 x 380 x 15	104	2	30	120
TR 250 x 400 x 60	L	250 x 400	8	3	29	3	270 x 500 x 15	60	2	30	120
TR 250 x 400 x 104	H	250 x 400	8	7	61	3	270 x 500 x 15	104	2	30	120
TR 300 x 400 x 74	L	300 x 400	12	3	41	4	320 x 500 x 15	74	2	30	120
TR 300 x 400 x 122	H	300 x 400	12	6	77	4	320 x 500 x 15	122	2	30	120
TR 300 x 500 x 74	L	300 x 500	12	3	41	4	320 x 620 x 15	74	2	40	160
TR 300 x 500 x 122	H	300 x 500	12	6	77	4	320 x 620 x 15	122	2	40	160
TR 300 x 600 x 74	L	300 x 600	12	3	41	4	320 x 720 x 15	74	2	40	160
TR 300 x 600 x 122	H	300 x 600	12	6	77	4	320 x 720 x 15	122	2	40	160
TR 350 x 450 x 74	L	350 x 450	12	3	41	4	370 x 570 x 15	74	2	40	160
TR 350 x 450 x 138	H	350 x 450	12	7	89	4	370 x 570 x 15	138	2	40	160
TR 400 x 500 x 90	L	400 x 500	12	4	53	4	420 x 620 x 15	90	2	40	160
TR 400 x 500 x 154	H	400 x 500	12	8	101	4	420 x 620 x 15	154	2	40	160
TR 400 x 600 x 90	L	400 x 600	12	4	53	4	420 x 700 x 15	90	4	30	120
TR 400 x 600 x 154	H	400 x 600	12	8	101	4	420 x 700 x 15	154	4	30	120
TR 450 x 600 x 100	L	450 x 600	12	4	53	4	470 x 700 x 20	100	4	30	120
TR 450 x 600 x 180	H	450 x 600	12	9	113	4	470 x 700 x 20	180	4	30	120
TR 500 x 600 x 100	L	500 x 600	12	4	53	4	520 x 720 x 20	100	4	40	160
TR 500 x 600 x 196	H	500 x 600	12	10	125	4	520 x 720 x 20	196	4	40	160
TR 600 x 600 x 119	L	600 x 600	16	4	69	5	620 x 720 x 20	119	4	40	160
TR 600 x 600 x 224	H	600 x 600	16	9	149	5	620 x 720 x 20	224	4	40	160
TR 600 x 700 x 119	L	600 x 700	16	4	69	5	620 x 820 x 20	119	4	40	160
TR 600 x 700 x 224	H	600 x 700	16	9	149	5	620 x 820 x 20	224	4	40	160
TR 700 x 700 x 129	L	700 x 700	16	4	69	5	720 x 850 x 25	129	4	50	200
TR 700 x 700 x 255	H	700 x 700	16	10	165	5	720 x 850 x 25	255	4	50	200
TR 700 x 800 x 129	L	700 x 800	16	4	69	5	720 x 950 x 25	129	4	50	200
TR 700 x 800 x 255	H	700 x 800	16	10	165	5	720 x 950 x 25	255	4	50	200
TR 800 x 800 x 148	L	800 x 800	20	4	85	5	820 x 970 x 25	148	4	50	200
TR 800 x 800 x 304	H	800 x 800	20	10	205	5	820 x 970 x 25	304	4	50	200
TR 900 x 900 x 148	L	900 x 900	20	4	85	5	920 x 1070 x 25	148	4	50	200
TR 900 x 900 x 330	H	900 x 900	20	11	225	5	920 x 1070 x 25	330	4	50	200

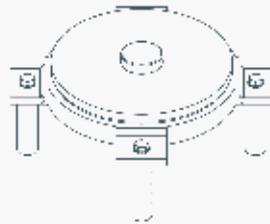
APOYO		CARACTERÍSTICAS							
Nombre	Desplazamientos Bajo/Alto	Perno superior tipo pin		Rigidez horizontal K _o (kN/mm)	Desplazamiento horizontal ELU v _{y,d max} (mm)	Carga vertical ELU			Carga horizontal ELU F _{y,d max} [kN]
		Ø _p (mm)	h _p (mm)			F _{z,d max} (α = 0.01) [kN]	F _{z,d max} (α = 0.005) [kN]	F _{z,d min} [kN]	
TR 100 x 150 x 49	L	20	30	0,64	21	110	110	50	14
TR 100 x 150 x 60	H	20	30	0,47	29	65	65	60	14
TR 100 x 200 x 49	L	20	30	0,86	21	165	165	65	18
TR 100 x 200 x 60	H	20	30	0,62	29	95	95	80	18
TR 150 x 200 x 49	L	30	30	1,29	21	355	380	70	27
TR 150 x 200 x 71	H	30	30	0,73	37	255	255	95	27
TR 150 x 250 x 49	L	30	30	1,61	21	495	530	90	34
TR 150 x 250 x 71	H	30	30	0,91	37	355	355	120	34
TR 150 x 300 x 49	L	30	30	1,93	21	635	685	105	41
TR 150 x 300 x 71	H	30	30	1,09	37	460	460	140	41
TR 200 x 250 x 60	L	40	30	1,55	29	775	845	120	45
TR 200 x 250 x 93	H	40	30	0,85	53	515	515	155	45
TR 200 x 300 x 60	L	40	30	1,86	29	1015	1110	145	54
TR 200 x 300 x 93	H	40	30	1,02	53	675	675	185	54
TR 200 x 350 x 60	L	40	30	2,17	29	1265	1365	165	63
TR 200 x 350 x 93	H	40	30	1,19	53	840	840	215	63
TR 200 x 400 x 60	L	40	30	2,48	29	1520	1565	190	72
TR 200 x 400 x 93	H	40	30	1,36	53	1010	1010	240	72
TR 250 x 300 x 60	L	50	30	2,33	29	1355	1525	185	68
TR 250 x 300 x 104	H	50	30	1,11	61	1095	1095	210	68
TR 250 x 400 x 60	L	50	30	3,10	29	2055	2055	305	90
TR 250 x 400 x 104	H	50	30	1,48	61	1665	1665	275	90
TR 300 x 400 x 74	L	60	30	2,63	41	2025	2225	295	108
TR 300 x 400 x 122	H	60	30	1,40	77	1390	1390	335	108
TR 300 x 500 x 74	L	60	30	3,29	41	2790	3050	370	135
TR 300 x 500 x 122	H	60	30	1,75	77	1910	1910	415	135
TR 300 x 600 x 74	L	60	30	3,95	41	3585	3670	445	162
TR 300 x 600 x 122	H	60	30	2,10	77	2460	2460	490	162
TR 350 x 450 x 74	L	70	30	3,46	41	2940	3285	395	142
TR 350 x 450 x 138	H	70	30	1,59	89	2140	2140	425	142
TR 400 x 500 x 90	L	80	30	3,40	53	4125	4125	500	180
TR 400 x 500 x 154	H	80	30	1,78	101	3120	3120	530	180
TR 400 x 600 x 90	L	80	30	4,08	53	4970	4970	665	216
TR 400 x 600 x 154	H	80	30	2,14	101	4065	4065	630	216
TR 450 x 600 x 100	L	90	40	4,58	53	5705	5705	950	243
TR 450 x 600 x 180	H	90	40	2,15	113	4820	4820	695	243
TR 500 x 600 x 100	L	100	40	5,09	53	6445	6445	1295	270
TR 500 x 600 x 196	H	100	40	2,16	125	5380	5380	765	270
TR 600 x 600 x 119	L	120	40	4,70	69	7310	7680	1035	324
TR 600 x 600 x 224	H	120	40	2,17	149	5895	5895	900	324
TR 600 x 700 x 119	L	120	40	5,48	69	8985	8985	1365	378
TR 600 x 700 x 224	H	120	40	2,54	149	7430	7430	1045	378
TR 700 x 700 x 129	L	140	50	6,39	69	10185	10710	2130	441
TR 700 x 700 x 255	H	140	50	2,67	165	9055	9055	1150	441
TR 700 x 800 x 129	L	140	50	7,30	69	12260	12260	2700	504
TR 700 x 800 x 255	H	140	50	3,05	165	10365	10365	1310	504
TR 800 x 800 x 148	L	160	50	6,78	85	13360	13920	2220	576
TR 800 x 800 x 304	H	160	50	2,81	205	10815	10815	1605	576
TR 900 x 900 x 148	L	180	50	8,58	85	16855	17910	3840	729
TR 900 x 900 x 330	H	180	50	3,24	225	14795	14795	1965	729



04

APOYOS TENS POT (TP)

Los apoyos TENS POT pueden adaptarse a la mayoría de las estructuras, dado que soportan grandes cargas y al mismo tiempo permiten la rotación y el desplazamiento.



DESCRIPCIÓN

En este capítulo se hace referencia a los apoyos TENS POT (TP). Los apoyos TENS POT son capaces de transferir las cargas verticales y laterales entre la estructura y la subestructura.

El apoyo TENS POT (TP) se compone principalmente de una cazoleta de acero denominada «pot» en la que se inserta una almohadilla elastomérica no reforzada. Asentado sobre la parte superior de la superficie del caucho y en contacto con los laterales de la base, se aloja un pistón de acero cilíndrico. Así, la carga vertical pasa del pistón a la base a través del caucho, mientras que el movimiento de las acciones laterales

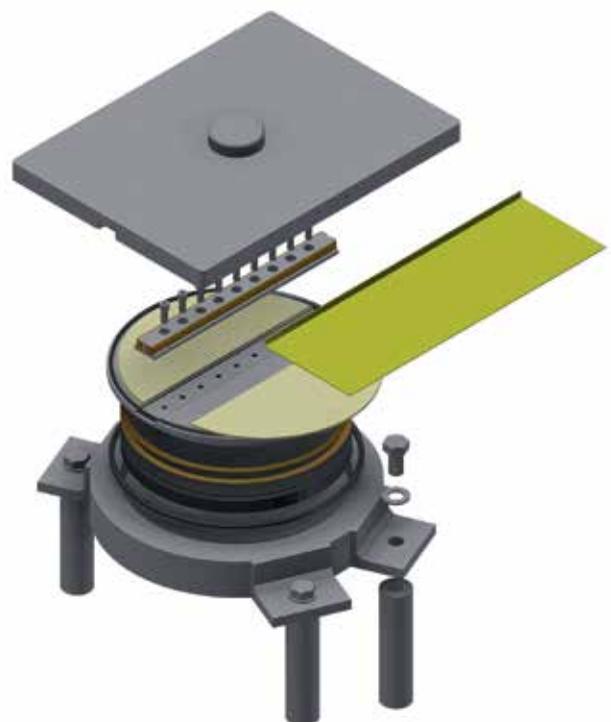
encuentra resistencia debido al contacto entre el pistón y el tiesto. A fin de evitar la posible extrusión del caucho provocada por la presión inducida del pistón, es necesario insertar una junta apropiada y colocarla en el perímetro de contacto entre el pistón y la base.

En esta configuración, la almohadilla elastomérica queda completamente confinada y sujeta a un estado de tensión triaxial. El elastómero ofrece así una resistencia reducida a la deformación por rotación (momento de retención limitado) y, al mismo tiempo, una elevada rigidez vertical. Dicho comportamiento permite la rotación del pistón y, en consecuencia, la rotación de la superestructura vinculada a él alrededor de cualquier eje horizontal, manteniendo una alta elevación vertical.

En cuanto a los apoyos libres y guiados, el desplazamiento (en una o ambas direcciones) se produce a través del contacto entre la superficie pulida de acero austenítico y un revestimiento de PTFE alveolado que puede albergar grasa siliconada. La característica fundamental del PTFE es la resistencia al desgaste medida a lo largo del recorrido de deslizamiento acumulado total (desplazamiento total durante la vida del apoyo causado por la retracción, el deslizamiento, los efectos térmicos, los terremotos, los desplazamientos de cargas, etc.). Por ejemplo, si consideramos la norma europea EN 1337-2, el recorrido acumulado del PTFE no debe ser inferior a 10.000 m o a 1.000 m, respectivamente, para puentes y otras estructuras (como edificios, tanques, etc.).



Despiece del apoyo TPF



Despiece de los apoyos TPL/TPT

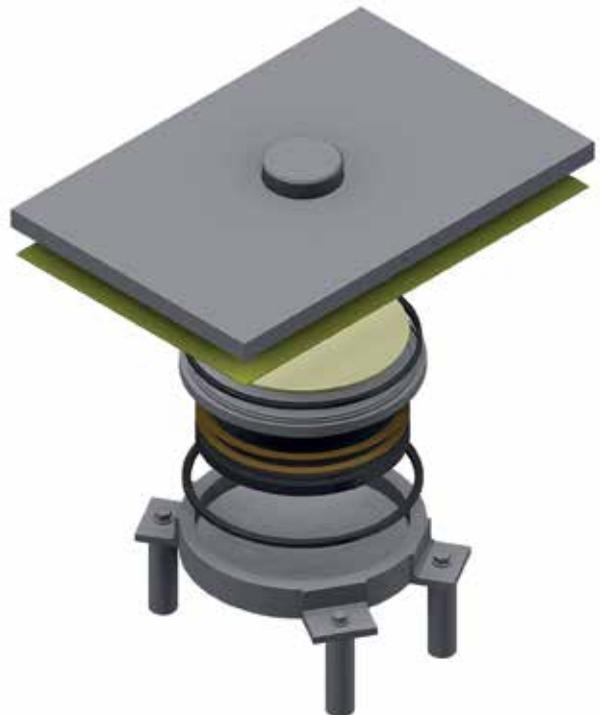
En función del tipo de obra y de las especificaciones del diseño, el anclaje de los apoyos puede normalmente realizarse de las siguientes maneras:

- pernos de anclaje y tuercas (recomendado para estructuras hormigonadas in situ);
- perno tipo pin (recomendado para superestructuras de acero o prefabricadas donde se requieran placas de reparto para alojar los pernos);
- pernos (recomendado para estructuras de acero o de hormigón prefabricadas, en caso de que haya una placa de conexión provista de orificios roscados y unida mediante lechada de cemento a la estructura);
- adhesión/fricción (todo tipo de estructuras).

Con el objetivo de facilitar la instalación y las posibles operaciones de sustitución, pueden emplearse chapas de acero adicionales entre el apoyo y la estructura.

El apoyo TP presenta las siguientes ventajas:

- un precio competitivo en comparación con otros tipos de apoyos;
- buena capacidad de absorción de las vibraciones transmitidas por los componentes estructurales conectados;
- estabilidad;
- fácil instalación y sustitución;
- durabilidad;
- gran durabilidad del caucho, totalmente protegido del contacto con los agentes atmosféricos;
- gran resistencia a la fatiga y a la aplicación de cargas dinámicas, por lo que también es adecuado para estructuras ferroviarias;
- soporte de cargas verticales muy elevadas con deformaciones insignificantes;
- tolerancia a rotaciones alrededor de cualquier eje horizontal con reacciones de retención mínimas.



Despiece del apoyo TPM

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES

Ateniéndonos a los desplazamientos permitidos, los apoyos TENS POT (TP) se pueden dividir en tres tipos:

APOYO FIJO (TPF)

Los apoyos TPF representan la solución básica y sus componentes principales son los siguientes:

- **cazoleta (pot):** se obtiene mediante el torneado de una lámina de metal gruesa y sirve de base para el caucho;
- **caucho:** obtenido mediante prensado en caliente, constituye la bisagra esférica del apoyo que permite las rotaciones alrededor de cualquier eje horizontal;
- **junta interna:** la contención del caucho está garantizada por una junta de latón (2-3 aros);
- **pistón:** somete el caucho a presión y se obtiene mediante el torneado de una lámina de metal del grosor adecuado;
- **junta antipolvo:** se compone de un anillo de caucho insertado entre el pistón y el tiesto.

Los desplazamientos en el plano horizontal no están permitidos, mientras que la rotación sí lo está. Las fuerzas laterales se transmiten mediante el contacto entre el pistón y la cazoleta.

APOYO DE DESLIZAMIENTO LIBRE (TPM)

Los apoyos TPM, al igual que los TPF, son capaces de transformar las cargas verticales y permitir al mismo tiempo las rotaciones. Además, los TPM permiten desplazamientos en todas las direcciones con una resistencia limitada proporcional a la carga actuante normal y a la fricción derivada del deslizamiento.

En la parte superior del pistón se halla una cavidad que contiene un revestimiento de PTFE que sobresale unos milímetros. En contacto con ese revestimiento se coloca una placa deslizante. En el lado inferior de la placa deslizante se encuentra una superficie de acero inoxidable austenítico conectada por medio de una soldadura TIG. La interfaz deslizante entre el PTFE alveolado y el acero inoxidable está lubricada adecuadamente con grasa siliconada. De este modo, la fricción se reduce considerablemente.

Los apoyos Tensa están provistos de una junta de goma antipolvo situada a lo largo de las superficies de PTFE. El objetivo de esta junta es evitar la contaminación por suciedad, que podría causar un incremento de la fricción y un deterioro acelerado del PTFE. Los apoyos están provistos además de indicadores de desplazamiento para que durante las inspecciones periódicas se pueda realizar un control rápido de los movimientos de servicio.

Apoyo TENS POT TPF fijo



Apoyo TENS POT TPM con deslizamiento libre



APOYO CON DESLIZAMIENTO GUIADO (TPL/TPT)

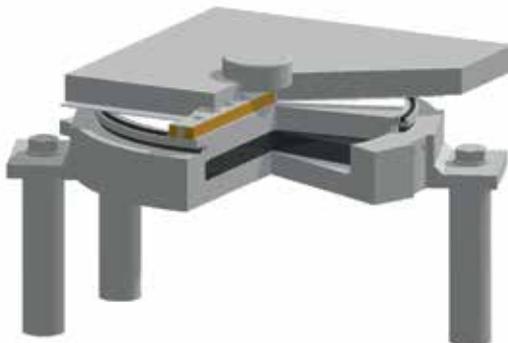
Los apoyos TPL y TPT (con guía longitudinal y transversal), al igual que los apoyos multidireccionales, son capaces de transferir las cargas verticales y de permitir al mismo tiempo las rotaciones. Estos apoyos toleran los movimientos en una dirección, pero pueden transmitir las cargas laterales en la dirección perpendicular.

Son similares a los apoyos con deslizamiento libre, con el añadido de una cavidad central en el pistón cuya finalidad es alojar una guía direccional. Esta guía se compone de un elemento de acero, parcialmente integrado en el pistón y unido a él mediante tornillos de gran resistencia, y está cubierta por una lámina de material antifricción (CM1) en sus dos lados verticales. La guía se encuentra en la parte central de la placa deslizante.

La parte de la placa que está en contacto con el CM1 tiene un baño de acero inoxidable que garantiza un contacto con bajo coeficiente de fricción en la dirección del desplazamiento. En caso de que se produzcan cargas laterales considerables, la guía central puede sustituirse por dos guías externas.

Los apoyos TENSA están provistos de una junta de goma antipolvo situada a lo largo de las superficies de PTFE. El objetivo de esta junta es evitar la contaminación por suciedad, que podría causar un incremento de la fricción y un deterioro acelerado del PTFE. Los apoyos están provistos además de indicadores de desplazamiento para que durante las inspecciones periódicas se pueda realizar un control rápido de los movimientos de servicio.

Apoyo TP unidireccional



TENS POT PARA APLICACIONES ESPECIALES

El diseño de los apoyos TP se puede adaptar a distintas necesidades de diseño o construcción, lo que permite integrarlos con otros elementos como:

- un sistema de células de carga y transductores de desplazamiento para calcular el rango y las variaciones de las cargas y los movimientos;
- elementos adicionales que aislen eléctricamente el apoyo para que no esté expuesto a fenómenos de erosión eléctrica causados por corrientes eléctricas (por ejemplo, líneas electrificadas);
- un sistema hidráulico o mecánico para realizar ajustes verticales en caso de que haya asentamientos diferenciales.
- elementos adicionales para soportar tanto tensiones frecuentes como poco habituales, operando tanto en estado límite de servicio como en estado límite último, que permiten simultáneamente la absorción de las rotaciones impuestas por la estructura;
- elementos adicionales que permiten algunas características necesarias durante la fase de construcción/lanzamiento de la estructura y que pueden tener otras características durante la vida útil de la estructura. En este caso, pueden incluirse apoyos deslizantes con guía o libres que se convierten en fijos en la fase operativa o viceversa, así como otras muchas combinaciones.
- dispositivos antisísmicos que actúen únicamente durante la fase sísmica. En particular:

- 1) Interrupción de desplazamientos y transferencia de la fuerza sísmica desarrollada de maneraseudorrígida: para lograrlo, se dota a los apoyos de amortiguadores



Apoyo TP con amortiguador integrado (TSTD) y dispositivo de acero histerético (TEPD)

sísmicos (Tens Shock Transmitter Device) que transforman temporalmente el apoyo deslizante en un eslabónseudorígido. En el caso de movimientos lentos, proporcionan una reacción mínima que permite a la estructura expandirse y contraerse libremente.

2) Disipación de energía: se puede lograr mediante la adición de amortiguadores con fluido viscoso térmico TFVD (Tens Fluid Viscous Damper) al apoyo o dispositivo de acero hysterético TEPD (Tens Elasto-Plastic Device) con o sin el amortiguador (véase el punto anterior). La unión en un mismo dispositivo capaz de resistir cargas gravitatorias, absorber rotaciones estructurales, garantizar un comportamiento adecuado en terremotos y disipar la energía, permite que nos podamos referir a él como una combinación de dispositivos en lugar de como un simple único.

3) Los apoyos con deslizamiento libre también pueden utilizarse en paralelo con aisladores TDRI y TLRI (Tens Damping Rubber Isolators y Tens Lead Rubber Isolators) con el fin de minimizar los costes del sistema de aislamiento, pero sobre todo para explotar su característica «rigidez horizontal nula». Con un posicionamiento adecuado de los aisladores y los apoyos con deslizamiento libre, es posible lograr una coincidencia bastante aproximada entre el centro de masa y el centro de rigidez. En consecuencia, durante la fase sísmica, los efectos de torsión en la estructura se ven reducidos.

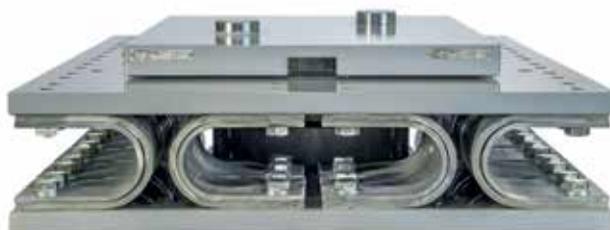
4) Los apoyos con deslizamiento libre, normalmente en edificios, también pueden utilizarse en paralelo con aisladores TDRI y TLRI (Tens Damping Rubber Isolators y Tens Lead Rubber Isolators) con el fin de minimizar los costes del sistema de aislamiento, pero sobre todo para subir el amortiguamiento global del sistema de aislamiento. En ese sentido el objetivo no es el de «rigidez horizontal nula» que se consigue con el uso de PTFE lubricado. Más bien se intenta conseguir un nivel determinado de fricción combinado con la acción sísmica. Eso permite obtener ciclos hysteréticos fuerza-desplazamiento que aumentan el amortiguamiento y por eso reducen el desplazamiento sísmico. Para ello se utiliza PTFE sin lubricar o bien otros materiales especiales patentados por Tensa. En relación con los valores de temperatura, presión, velocidad de deslizamiento (mayor que 150 mm / s), se pueden obtener valores de fricción dinámica entre el 5 y el 10%.



Apoyo TP con dispositivo hysterético en la dirección transversal



TP integrado con dispositivo hysterético en dirección transversal (TEPD)



TP integrado con dispositivo hysterético en dirección transversal (TEPD)



TP integrado con dispositivo hysterético en ambas direcciones (TEPD)

MATERIALES

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE APOYO TP CON LA MARCA CE HACEN REFERENCIA A LO INDICADO A CONTINUACIÓN Y A LA NORMA EN 1337.

ELEMENTO	MATERIAL	NORMAS
Pistón, cazoleta, placas deslizantes, guía direccional	S355J2 o S275J2	EN 10025
Almohadilla de caucho	Caucho natural (dureza Shore: 50)	ISO 6446
Junta interior con anillos (latón)	CuZn37 o CuZn39Pb3	EN 12163 y EN 12164
Superficies deslizantes	Inox X2 o X5CrNiMo17/12	EN 10088
Superficies deslizantes	Deslizamiento PTFE / TENSA	EN 1337-2 / ETA
CM1	Material compuesto que consta de tres capas: una tira de bronce de refuerzo y una matriz porosa sinterizada de interconexión, recubierta con una mezcla de PTFE y plomo.	EN 1337-2
Grasa lubricante	Grasa siliconada	EN 1337-2 EN 1337-5
Pernos de anclaje	39NiCrMo3 o S355JR	EN 10083 o EN 10025
Pernos	Cl 8.8 /10.9/12.9	EN 20898

MARCADO



Los apoyos POT están identificados mediante su acrónimo TP (TENS POT). Los números aquí mostrados representan las cargas kN o los desplazamientos en mm en estado límite último. A continuación se incluyen ejemplos de los tres tipos.

	Apoyo fijo		Carga horizontal (kN)
TP	F	1000 /	100
TENS POT		Carga vertical (kN)	

	Apoyo guiado		Carga horizontal (kN)
TP	U	1000 /	100 / ± 50
TENS POT		Carga vertical (kN)	Movimiento (mm)

	Apoyo libre		Movimiento longitudinal (mm)
TP	M	1000 /	± 50 / ± 25
TENS POT		Carga vertical (kN)	Movimiento transversal (mm)

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

EL catálogo de apoyos TP cumple con los requisitos de la norma EN 1337, partes 1, 2 y 5.

La carga vertical máxima esperada, en estado límite último, equivale a 90.000 kN.

Si así se solicita, es posible diseñar dispositivos de apoyo con mayor carga vertical.

TEMPERATURA, SOPORTES SUPERIOR E INFERIOR

En el diseño de los apoyos se han tenido en cuenta los criterios siguientes:

- Placa superior de acero
- Base de hormigón de resistencia C37/45
- Temperatura entre -5 °C y +30 °C

Con el objetivo de calcular las presiones de contacto inferior y superior, en el caso del hormigón, debe consultarse el valor de la norma EN 1992-1 para presiones localizadas, incluido en el capítulo 6.7.

$$\sigma_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3.0 \cdot f_{cd}$$

Suponiendo que el valor máximo del ratio entre las áreas es igual a 2:

$$M_{distr} = \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = 2$$

DESPLAZAMIENTOS DE DISEÑO

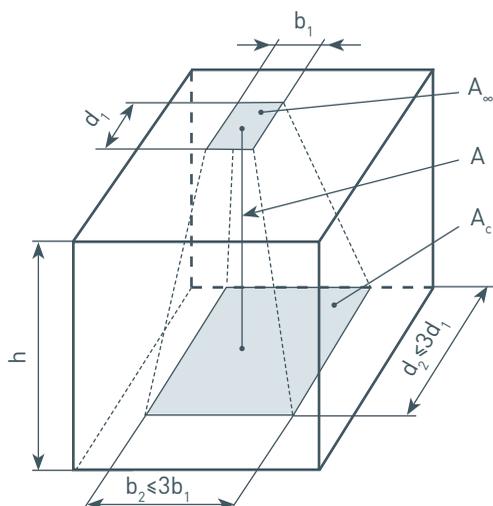
La norma EN 1337-1 recomienda adoptar desplazamientos mínimos en las direcciones longitudinal y transversal - respectivamente, ±50 mm y ±20 mm - e incrementar los desplazamientos de diseño de ±20 mm en los apoyos sin anclaje.

En este capítulo se dan por supuestos los siguientes desplazamientos mínimos:

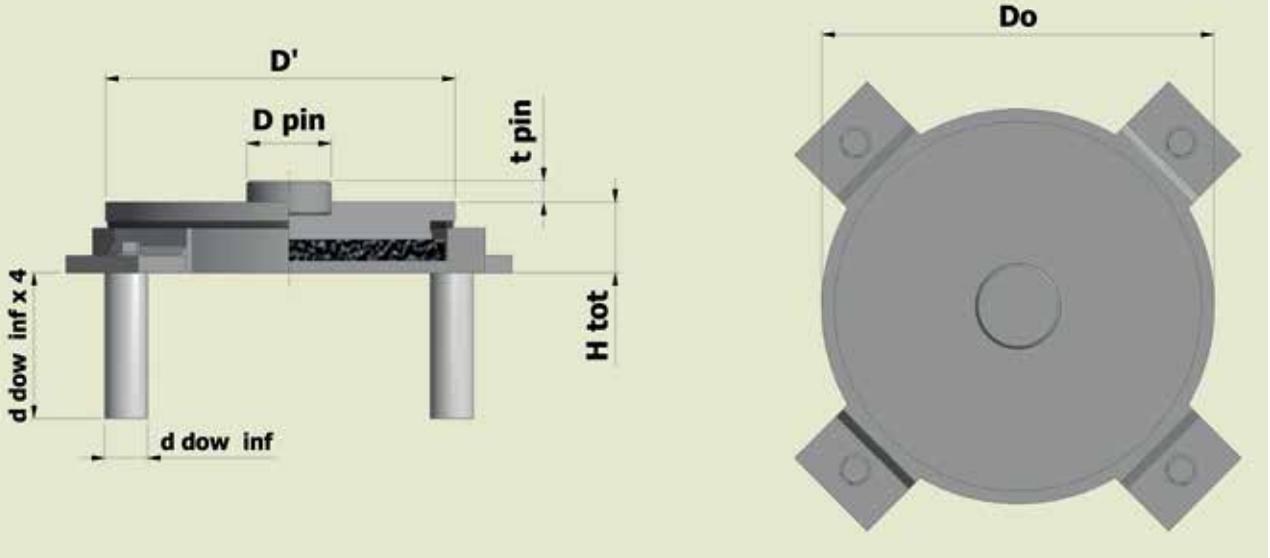
- Desplazamiento longitudinal = ±50 mm
- Desplazamiento transversal = ±20 mm

Para las rotaciones se dan por supuestos los siguientes valores:

- Rotación debida a carga muerta $\alpha_1 = 0.007$ rad
- Rotación debida a carga variable $\alpha_2 = 0.003$ rad
- Rotación de diseño máxima $\alpha_{tot} = 0.010$ rad



TPF



CARGAS DE DISEÑO

Los apoyos se diseñarán tomando como referencia las combinaciones de carga siguientes:

- Estado límite último (ELU) para cargas estáticas
- Estado límite último (ELU) para diseño sísmico
- Estado límite de servicio (ELS)

En particular:

N_{Ed-ELU} = Carga vertical máxima en ELU

V_{Ed-ELU} = Carga lateral máxima en presencia de N_{Ed-ELU}

$N_{Ed-Sism}$ = Carga vertical en presencia de $V_{Ed-Sism}$

$V_{Ed-Sism}$ = Carga lateral máxima en ELU en diseño sísmico

N_{Ed-ELS} = Carga vertical en ELS

V_{Ed-ELS} = Carga lateral máxima en ELS en presencia de N_{Ed-ELS}

Más supuestos para el diseño de apoyos propuestos en las hojas del párrafo siguiente:

$$N_{Ed-ELS} = N_{Ed-ELU} / 1.40$$

$$N_{Ed-Sism} = N_{Ed-ELU} / 1.50$$

$$V_{Ed-ELU} = V_{Ed-Sism} \times 0.50$$

$$V_{Ed-ELS} = V_{Ed-ELU} / 1.50$$

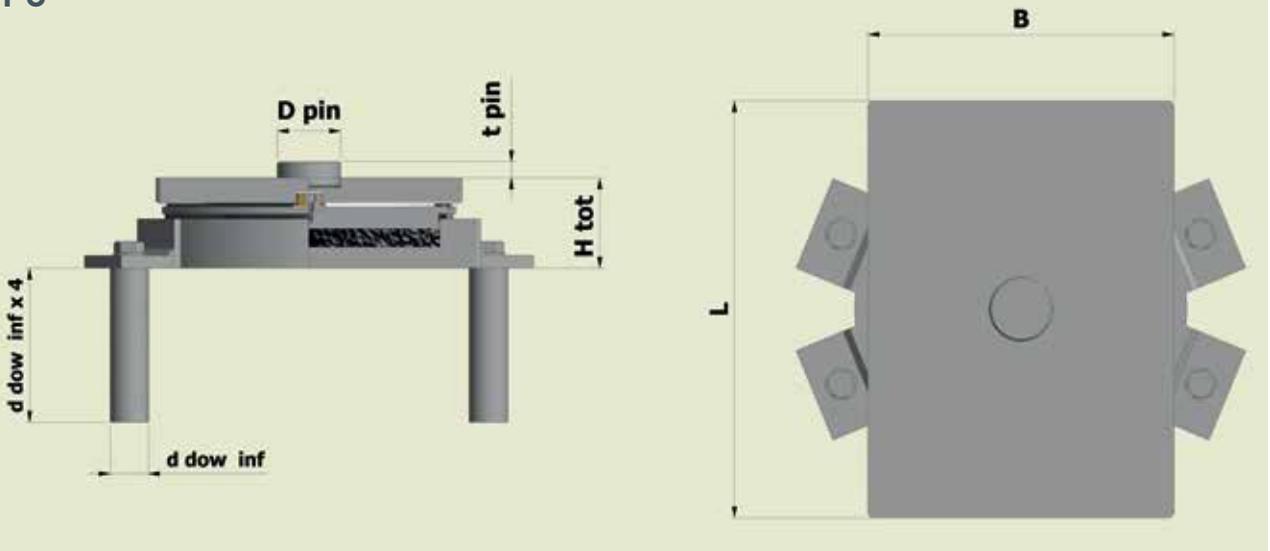
SISTEMAS DE ANCLAJE

En esta sección se muestran apoyos con las siguientes características:

- Fijación superior con perno en chapa de acero
- Fijación inferior con pernos para apoyos fijos y guiados, y con resina para los apoyos con deslizamiento libre.

Se pueden considerar otros tipos de anclaje.

TPU



TPF NORMAL

APOYOS TENS POT FIJOS $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=10\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELS		TAMANO TOTAL	PESO NETO (SIN ANCLAJES)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DEL PISTÓN	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	ALTURA DEL PERNO TIPO PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-SLE} (kN)	V_{Sd-SLE} (kN)								Do x Do x Htot (mm)
TPF 500/50	340	50	500	25	360	20	175 x 175 x 50	10	175	170	20	15	2	30
TPF 1000/100	670	100	1000	50	720	40	235 x 235 x 50	16	235	230	20	15	2	30
TPF 1500/150	1000	150	1500	75	1080	50	255 x 255 x 59	23	255	250	30	15	4	30
TPF 2000/200	1340	200	2000	100	1430	70	305 x 305 x 59	30	305	300	30	15	4	30
TPF 2500/250	1670	250	2500	125	1790	90	315 x 315 x 64	35	315	310	40	15	4	30
TPF 3000/300	2000	300	3000	150	2150	100	340 x 340 x 64	40	340	330	40	15	4	30
TPF 3500/350	2340	350	3500	175	2500	120	375 x 375 x 69	51	375	360	40	15	4	30
TPF 4000/400	2670	400	4000	200	2860	140	395 x 395 x 73	61	395	375	40	16	4	40
TPF 4500/450	3000	450	4500	225	3220	150	420 x 420 x 72	67	420	400	50	15	4	40
TPF 5000/500	3340	500	5000	250	3580	170	445 x 445 x 82	84	445	420	50	16	4	40
TPF 6000/600	4000	600	6000	300	4290	200	480 x 480 x 90	111	480	450	50	18	4	50
TPF 7000/700	4670	700	7000	350	5000	240	515 x 515 x 94	128	515	480	60	18	4	50
TPF 8000/800	5340	800	8000	400	5720	270	555 x 555 x 93	147	555	510	60	20	4	50
TPF 9000/900	6000	900	9000	450	6430	300	595 x 595 x 107	202	595	545	70	19	4	60
TPF 10000/1000	6670	1000	10000	500	7150	340	630 x 630 x 107	221	630	570	70	21	4	60
TPF 11000/1100	7340	1100	11000	550	7860	370	655 x 655 x 111	245	655	595	70	22	4	60
TPF 12000/1200	8000	1200	12000	600	8580	400	685 x 685 x 130	318	685	620	70	24	4	60
TPF 13000/1300	8670	1300	13000	650	9290	440	710 x 710 x 119	300	710	640	80	23	4	60
TPF 14000/1400	9340	1400	14000	700	10000	470	755 x 755 x 133	393	755	680	80	24	4	70
TPF 15000/1500	10000	1500	15000	750	10720	500	770 x 770 x 133	406	770	690	80	25	4	70
TPF 16000/1600	10670	1600	16000	800	11430	540	790 x 790 x 132	421	790	705	90	24	4	70
TPF 17000/1700	11340	1700	17000	850	12150	570	820 x 820 x 140	476	820	730	90	26	4	70
TPF 18000/1800	12000	1800	18000	900	12860	600	850 x 850 x 140	528	850	755	90	27	4	90
TPF 19000/1900	12670	1900	19000	950	13580	640	870 x 870 x 149	591	870	770	90	28	4	90
TPF 20000/2000	13340	2000	20000	1000	14290	670	890 x 890 x 148	601	890	790	90	29	4	90
TPF 22500/2100	15000	2100	22500	1050	16080	700	985 x 985 x 158	772	985	880	100	28	4	90
TPF 25000/2200	16670	2200	25000	1100	17860	740	990 x 990 x 177	883	990	880	100	29	4	90
TPF 27500/2300	18340	2300	27500	1150	19650	770	1035 x 1035 x 167	882	1035	920	100	30	4	90
TPF 30000/2400	20000	2400	30000	1200	21430	800	1070 x 1070 x 176	991	1070	950	100	31	4	90
TPF 32500/2500	21670	2500	32500	1250	23220	840	1115 x 1115 x 176	1063	1115	990	110	30	4	90
TPF 35000/2600	23340	2600	35000	1300	25000	870	1210 x 1210 x 185	1292	1210	1090	110	31	4	90
TPF 37500/2700	25000	2700	37500	1350	26790	900	1220 x 1220 x 185	1313	1220	1090	110	32	4	90
TPF 40000/2800	26670	2800	40000	1400	28580	940	1275 x 1275 x 195	1505	1275	1140	110	33	4	90
TPF 45000/3200	30000	3200	45000	1600	32150	1070	1340 x 1340 x 203	1731	1340	1190	120	34	4	100
TPF 50000/3500	33340	3500	50000	1750	35720	1170	1385 x 1385 x 223	2067	1385	1240	130	34	4	100
TPF 55000/3900	36670	3900	55000	1950	39290	1300	1450 x 1450 x 223	2234	1450	1290	130	37	4	100
TPF 60000/4200	40000	4200	60000	2100	42860	1400	1505 x 1505 x 230	2485	1505	1340	140	37	4	100
TPF 65000/4600	43340	4600	65000	2300	46430	1540	1570 x 1570 x 249	2956	1570	1390	140	42	8	90
TPF 70000/4900	46670	4900	70000	2450	50000	1640	1625 x 1625 x 248	3110	1625	1440	150	42	8	90
TPF 75000/5300	50000	5300	75000	2650	53580	1770	1685 x 1685 x 256	3456	1685	1490	160	42	8	90
TPF 80000/5600	53340	5600	80000	2800	57150	1870	1745 x 1745 x 257	3679	1745	1540	160	44	8	90
TPF 90000/6300	60000	6300	90000	3150	64290	2100	1860 x 1860 x 279	4592	1860	1640	180	44	8	100

TPF ELEVADO

APOYOS TENS POT FIJOS $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=30\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELS		TAMAÑO TOTAL Do x Do x Htot (mm)	PESO NETO (SIN ANCLAJES) W _{net} (kg)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA Do (mm)	DIÁMETRO DEL PISTÓN D' (mm)	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN D _{pin} (mm)	ALTURA DEL PERNO TIPO PIN t _{pin} (mm)	Nº	PERNOS INFERIORES d _{Dow,inf} (mm)
	N _{Sd-Seism} (kN)	V _{Sd-Seism} (kN)	N _{Sd-ELU} (kN)	V _{Sd-ELU} (kN)	N _{Sd-SLE} (kN)	V _{Sd-SLE} (kN)								
TPF 500/150	340	150	500	75	360	50	175 x 175 x 49	11	175	170	30	15	4	30
TPF 1000/300	670	300	1000	150	720	100	235 x 235 x 53	19	235	230	40	15	4	30
TPF 1500/450	1000	450	1500	225	1080	150	270 x 270 x 60	29	270	250	50	17	4	40
TPF 2000/600	1340	600	2000	300	1430	200	330 x 330 x 69	48	330	300	50	18	4	50
TPF 2500/750	1670	750	2500	375	1790	250	345 x 345 x 77	58	345	310	60	21	4	50
TPF 3000/900	2000	900	3000	450	2150	300	375 x 375 x 80	77	375	330	70	23	4	60
TPF 3500/1050	2340	1050	3500	525	2500	350	415 x 415 x 89	97	415	360	70	24	4	60
TPF 4000/1200	2670	1200	4000	600	2860	400	445 x 445 x 82	98	445	375	70	26	4	60
TPF 4500/1350	3000	1350	4500	675	3220	450	470 x 470 x 89	128	470	400	80	27	4	70
TPF 5000/1500	3340	1500	5000	750	3580	500	505 x 505 x 100	156	505	420	80	28	4	70
TPF 6000/1800	4000	1800	6000	900	4290	600	540 x 540 x 111	213	540	450	90	31	4	90
TPF 7000/2100	4670	2100	7000	1050	5000	700	600 x 600 x 112	249	600	490	100	33	4	90
TPF 8000/2400	5340	2400	8000	1200	5720	800	640 x 640 x 120	295	640	520	100	35	4	90
TPF 9000/2700	6000	2700	9000	1350	6430	900	675 x 675 x 137	361	675	545	110	37	4	90
TPF 10000/3000	6670	3000	10000	1500	7150	1000	720 x 720 x 139	425	720	570	120	39	4	100
TPF 11000/3300	7340	3300	11000	1650	7860	1100	755 x 755 x 137	453	755	595	120	41	4	100
TPF 12000/3600	8000	3600	12000	1800	8580	1200	785 x 785 x 146	504	785	620	130	43	4	100
TPF 13000/3900	8670	3900	13000	1950	9290	1300	800 x 800 x 152	553	800	640	130	44	4	100
TPF 14000/4200	9340	4200	14000	2100	10000	1400	860 x 860 x 153	626	860	680	140	45	4	100
TPF 15000/4500	10000	4500	15000	2250	10720	1500	880 x 880 x 153	672	880	690	140	47	8	90
TPF 16000/4800	10670	4800	16000	2400	11430	1600	910 x 910 x 169	780	910	705	150	49	8	90
TPF 17000/5100	11340	5100	17000	2550	12150	1700	940 x 940 x 177	870	940	730	150	50	8	90
TPF 18000/5400	12000	5400	18000	2700	12860	1800	985 x 985 x 180	948	985	755	160	51	8	90
TPF 19000/5700	12670	5700	19000	2850	13580	1900	1000 x 1000 x 186	1041	1000	770	160	55	8	100
TPF 20000/6000	13340	6000	20000	3000	14290	2000	1015 x 1015 x 194	1116	1015	790	160	56	8	100
TPF 22500/6300	15000	6300	22500	3150	16080	2100	1115 x 1115 x 195	1311	1115	880	180	53	8	100
TPF 25000/6600	16670	6600	25000	3300	17860	2200	1130 x 1130 x 195	1338	1130	880	180	55	8	100
TPF 27500/6900	18340	6900	27500	3450	19650	2300	1160 x 1160 x 209	1505	1160	920	190	55	8	100
TPF 30000/7200	20000	7200	30000	3600	21430	2400	1205 x 1205 x 212	1610	1205	950	190	56	8	100
TPF 32500/7500	21670	7500	32500	3750	23220	2500	1250 x 1250 x 221	1800	1250	990	190	56	8	100
TPF 35000/7800	23340	7800	35000	3900	25000	2600	1340 x 1340 x 224	2095	1340	1090	200	53	8	100
TPF 37500/8200	25000	8200	37500	4100	26790	2740	1365 x 1365 x 238	2306	1365	1090	200	56	8	100
TPF 40000/8600	26670	8600	40000	4300	28580	2870	1405 x 1405 x 242	2542	1405	1140	250	56	8	120
TPF 45000/9000	30000	9000	45000	4500	32150	3000	1480 x 1480 x 246	2794	1480	1190	250	56	8	120
TPF 50000/10000	33340	10000	50000	5000	35720	3340	1560 x 1560 x 257	3151	1560	1240	250	59	8	120
TPF 55000/11000	36670	11000	55000	5500	39290	3670	1625 x 1625 x 265	3505	1625	1290	250	62	12	100
TPF 60000/12000	40000	12000	60000	6000	42860	4000	1685 x 1685 x 270	3869	1685	1340	250	65	12	100
TPF 65000/13000	43340	13000	65000	6500	46430	4340	1765 x 1765 x 282	4481	1765	1390	250	68	8	130
TPF 70000/14000	46670	14000	70000	7000	50000	4670	1825 x 1825 x 302	5071	1825	1440	300	70	14	100
TPF 75000/15000	50000	15000	75000	7500	53580	5000	1900 x 1900 x 305	5523	1900	1490	300	73	12	120
TPF 80000/16000	53340	16000	80000	8000	57150	5340	1980 x 1980 x 317	6078	1980	1540	300	75	16	100
TPF 90000/17000	60000	17000	90000	8500	64290	5670	2090 x 2090 x 336	7163	2090	1640	300	75	16	100

TPL NORMAL

APOYOS TENS POT CON DESLIZAMIENTO GUIADO $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=10\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELS		TAMAÑO TOTAL	PLACA CORREDERA DIMENSIONES DE PLANO	PESO NETO (SIN ANCLAJES)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DEL PISTÓN	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	ALTURA DEL PERNO TIPO PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-SLE} (kN)	V_{Sd-SLE} (kN)									Do x Do x Htot (mm)
TPL 500/50/±50	340	50	500	25	360	20	150 x 150 x 90	300 x 175	23	150	175	50	15	2	30
TPL 1000/100/±50	670	100	1000	50	720	40	215 x 215 x 89	355 x 230	37	215	230	50	15	2	30
TPL 1500/150/±50	1000	150	1500	75	1080	50	245 x 245 x 98	375 x 250	48	245	250	50	15	4	30
TPL 2000/200/±50	1340	200	2000	100	1430	70	300 x 300 x 103	425 x 300	67	300	300	30	15	4	30
TPL 2500/250/±50	1670	250	2500	125	1790	90	315 x 315 x 107	435 x 310	74	315	310	40	15	4	30
TPL 3000/300/±50	2000	300	3000	150	2150	100	340 x 340 x 106	455 x 330	87	340	330	60	15	4	30
TPL 3500/350/±50	2340	350	3500	175	2500	120	375 x 375 x 111	485 x 360	105	375	360	60	15	4	30
TPL 4000/400/±50	2670	400	4000	200	2860	140	395 x 395 x 115	500 x 375	118	395	375	40	16	4	40
TPL 4500/450/±50	3000	450	4500	225	3220	150	420 x 420 x 119	525 x 400	137	420	400	60	15	4	40
TPL 5000/500/±50	3340	500	5000	250	3580	170	445 x 445 x 124	545 x 420	154	445	420	50	16	4	40
TPL 6000/600/±50	4000	600	6000	300	4290	200	485 x 485 x 137	575 x 450	198	485	450	60	16	4	50
TPL 7000/700/±50	4670	700	7000	350	5000	240	515 x 515 x 141	605 x 480	228	515	480	60	18	4	50
TPL 8000/800/±50	5340	800	8000	400	5720	270	555 x 555 x 140	635 x 510	259	555	510	70	18	4	50
TPL 9000/900/±50	6000	900	9000	450	6430	300	595 x 595 x 154	670 x 545	328	595	545	70	19	4	60
TPL 10000/1000/±50	6670	1000	10000	500	7150	340	625 x 625 x 159	695 x 570	370	625	570	70	21	4	60
TPL 11000/1100/±50	7340	1100	11000	550	7860	370	655 x 655 x 158	720 x 595	398	655	595	70	22	4	60
TPL 12000/1200/±50	8000	1200	12000	600	8580	400	685 x 685 x 172	745 x 620	473	685	620	70	24	4	60
TPL 13000/1300/±50	8670	1300	13000	650	9290	440	710 x 710 x 166	765 x 640	487	710	640	80	23	4	70
TPL 14000/1400/±50	9340	1400	14000	700	10000	470	755 x 755 x 170	805 x 680	555	755	680	80	24	4	70
TPL 15000/1500/±50	10000	1500	15000	750	10720	500	770 x 770 x 184	815 x 690	627	770	690	80	26	4	70
TPL 16000/1600/±50	10670	1600	16000	800	11430	540	790 x 790 x 184	830 x 705	654	790	705	90	25	4	70
TPL 17000/1700/±50	11340	1700	17000	850	12150	570	815 x 815 x 188	855 x 730	714	815	730	90	26	4	70
TPL 18000/1800/±50	12000	1800	18000	900	12860	600	845 x 845 x 192	880 x 755	795	845	755	90	27	4	90
TPL 19000/1900/±50	12670	1900	19000	950	13580	640	870 x 870 x 211	895 x 770	928	870	770	90	28	4	90
TPL 20000/2000/±50	13340	2000	20000	1000	14290	670	890 x 890 x 200	915 x 790	898	890	790	90	29	4	90
TPL 22500/2100/±50	15000	2100	22500	1050	16080	700	985 x 985 x 220	1005 x 880	1204	985	880	100	28	4	90
TPL 25000/2200/±50	16670	2200	25000	1100	17860	740	990 x 990 x 229	1005 x 880	1254	990	880	100	29	4	90
TPL 27500/2300/±50	18340	2300	27500	1150	19650	770	1035 x 1035 x 219	1045 x 920	1276	1035	920	100	30	4	90
TPL 30000/2400/±50	20000	2400	30000	1200	21430	800	1070 x 1070 x 238	1075 x 950	1490	1070	950	100	31	4	90
TPL 32500/2500/±50	21670	2500	32500	1250	23220	840	1115 x 1115 x 237	1115 x 990	1596	1115	990	110	30	4	90
TPL 35000/2600/±50	23340	2600	35000	1300	25000	870	1210 x 1210 x 247	1215 x 1090	1937	1210	1090	110	31	4	90
TPL 37500/2700/±50	25000	2700	37500	1350	26790	900	1220 x 1220 x 257	1215 x 1090	2062	1220	1090	110	32	4	90
TPL 40000/2800/±50	26670	2800	40000	1400	28580	940	1270 x 1270 x 267	1265 x 1140	2331	1270	1140	120	31	4	100
TPL 45000/3200/±50	30000	3200	45000	1600	32150	1070	1335 x 1335 x 275	1315 x 1190	2639	1335	1190	120	34	4	100
TPL 50000/3500/±50	33340	3500	50000	1750	35720	1170	1390 x 1390 x 297	1365 x 1240	3093	1390	1240	130	35	4	100
TPL 55000/3900/±50	36670	3900	55000	1950	39290	1300	1445 x 1445 x 320	1415 x 1290	3617	1445	1290	130	38	4	100
TPL 60000/4200/±50	40000	4200	60000	2100	42860	1400	1510 x 1510 x 313	1465 x 1340	3776	1510	1340	110	29	4	100
TPL 65000/4600/±50	43340	4600	65000	2300	46430	1540	1570 x 1570 x 322	1515 x 1390	4202	1570	1390	110	31	8	90
TPL 70000/4900/±50	46670	4900	70000	2450	50000	1640	1630 x 1630 x 322	1565 x 1440	4472	1630	1440	110	33	8	90
TPL 75000/5300/±50	50000	5300	75000	2650	53580	1770	1685 x 1685 x 347	1615 x 1490	5176	1685	1490	120	32	8	90
TPL 80000/5600/±50	53340	5600	80000	2800	57150	1870	1750 x 1750 x 349	1665 x 1540	5591	1750	1540	120	34	8	100
TPL 90000/6300/±50	60000	6300	90000	3150	64290	2100	1865 x 1865 x 365	1765 x 1640	6579	1865	1640	130	35	8	100

TPL ELEVADO

APOYOS TENS POT CON DESLIZAMIENTO GUIADO $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=30\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELU		COMBINACIÓN ESTÁTICA ELS		TAMAÑO TOTAL	PLACA CORREDERA DIMENSIONES DE PLANO	PESO NETO (SIN ANCLAJES)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DEL PISTÓN	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	ALTURA DEL PERNO TIPO PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-SLE} (kN)	V_{Sd-SLE} (kN)									Do x Do x Htot (mm)
TPL 500/150/±50	340	150	500	75	360	50	160 x 160 x 91	310 x 185	27	160	185	50	15	4	30
TPL 1000/300/±50	670	300	1000	150	720	100	235 x 235 x 100	355 x 230	46	235	230	60	15	4	30
TPL 1500/450/±50	1000	450	1500	225	1080	150	270 x 270 x 107	395 x 270	68	270	270	70	16	4	40
TPL 2000/600/±50	1340	600	2000	300	1430	200	330 x 330 x 111	425 x 300	89	330	300	70	18	4	50
TPL 2500/750/±50	1670	750	2500	375	1790	250	345 x 345 x 129	455 x 330	119	345	330	80	20	4	50
TPL 3000/900/±50	2000	900	3000	450	2150	300	375 x 375 x 132	485 x 360	152	375	360	90	21	4	60
TPL 3500/1050/±50	2340	1050	3500	525	2500	350	415 x 415 x 141	500 x 375	175	415	375	80	23	4	60
TPL 4000/1200/±50	2670	1200	4000	600	2860	400	445 x 445 x 139	525 x 400	196	445	400	90	25	4	60
TPL 4500/1350/±50	3000	1350	4500	675	3220	450	480 x 480 x 143	545 x 420	233	480	420	90	26	4	70
TPL 5000/1500/±50	3340	1500	5000	750	3580	500	500 x 500 x 166	560 x 435	284	500	435	90	28	4	70
TPL 6000/1800/±50	4000	1800	6000	900	4290	600	545 x 545 x 175	600 x 475	375	545	475	100	30	4	90
TPL 7000/2100/±50	4670	2100	7000	1050	5000	700	600 x 600 x 179	630 x 505	428	600	505	100	32	4	90
TPL 8000/2400/±50	5340	2400	8000	1200	5720	800	625 x 625 x 190	660 x 535	493	625	535	110	34	4	90
TPL 9000/2700/±50	6000	2700	9000	1350	6430	900	675 x 675 x 191	695 x 570	556	675	570	120	36	4	90
TPL 10000/3000/±50	6670	3000	10000	1500	7150	1000	720 x 720 x 211	720 x 595	693	720	595	120	38	4	100
TPL 11000/3300/±50	7340	3300	11000	1650	7860	1100	745 x 745 x 216	755 x 630	770	745	630	140	39	4	100
TPL 12000/3600/±50	8000	3600	12000	1800	8580	1200	785 x 785 x 228	785 x 660	882	785	660	150	40	4	100
TPL 13000/3900/±50	8670	3900	13000	1950	9290	1300	800 x 800 x 234	805 x 680	952	800	680	150	42	4	100
TPL 14000/4200/±50	9340	4200	14000	2100	10000	1400	860 x 860 x 235	820 x 695	1021	860	695	100	39	4	100
TPL 15000/4500/±50	10000	4500	15000	2250	10720	1500	880 x 880 x 245	840 x 715	1134	880	715	140	31	8	90
TPL 16000/4800/±50	10670	4800	16000	2400	11430	1600	910 x 910 x 251	865 x 740	1238	910	740	110	42	8	90
TPL 17000/5100/±50	11340	5100	17000	2550	12150	1700	940 x 940 x 249	885 x 760	1349	940	760	150	74	8	90
TPL 18000/5400/±50	12000	5400	18000	2700	12860	1800	985 x 985 x 262	910 x 785	1454	985	785	120	46	8	90
TPL 19000/5700/±50	12670	5700	19000	2850	13580	1900	1005 x 1005 x 271	925 x 800	1606	1005	800	120	48	8	100
TPL 20000/6000/±50	13340	6000	20000	3000	14290	2000	1030 x 1030 x 280	950 x 825	1817	1030	825	170	96	8	100
TPL 22500/6300/±50	15000	6300	22500	3150	16080	2100	1105 x 1105 x 283	1005 x 880	1950	1105	880	160	34	8	100
TPL 25000/6600/±50	16670	6600	25000	3300	17860	2200	1120 x 1120 x 283	1015 x 890	2001	1120	890	160	35	8	100
TPL 27500/6900/±50	18340	6900	27500	3450	19650	2300	1170 x 1170 x 295	1050 x 925	2231	1170	925	160	35	8	100
TPL 30000/7200/±50	20000	7200	30000	3600	21430	2400	1205 x 1205 x 294	1080 x 955	2338	1205	955	160	35	8	100
TPL 32500/7500/±50	21670	7500	32500	3750	23220	2500	1235 x 1235 x 318	1120 x 995	2669	1235	995	140	41	8	100
TPL 35000/7800/±50	23340	7800	35000	3900	25000	2600	1340 x 1340 x 316	1215 x 1090	3093	1340	1090	160	37	8	100
TPL 37500/8200/±50	25000	8200	37500	4100	26790	2740	1365 x 1365 x 320	1215 x 1090	3190	1365	1090	160	39	8	100
TPL 40000/8600/±50	26670	8600	40000	4300	28580	2870	1425 x 1425 x 321	1265 x 1140	3505	1425	1140	160	40	8	120
TPL 45000/9000/±50	30000	9000	45000	4500	32150	3000	1485 x 1485 x 341	1315 x 1190	4026	1485	1190	170	39	8	120
TPL 50000/10000/±50	33340	10000	50000	5000	35720	3340	1560 x 1560 x 349	1365 x 1240	4306	1560	1240	170	43	8	120
TPL 55000/11000/±50	36670	11000	55000	5500	39290	3670	1625 x 1625 x 367	1415 x 1290	4889	1625	1290	180	44	12	100
TPL 60000/12000/±50	40000	12000	60000	6000	42860	4000	1690 x 1690 x 382	1465 x 1340	5486	1690	1340	190	45	12	100
TPL 65000/13000/±50	43340	13000	65000	6500	46430	4340	1765 x 1765 x 384	1515 x 1390	6087	1765	1390	190	49	8	130
TPL 70000/14000/±50	46670	14000	70000	7000	50000	4670	1835 x 1835 x 413	1565 x 1440	6915	1835	1440	250	42	14	100
TPL 75000/15000/±50	50000	15000	75000	7500	53580	5000	1905 x 1905 x 427	1615 x 1490	7716	1905	1490	250	43	12	120
TPL 80000/16000/±50	53340	16000	80000	8000	57150	5340	1980 x 1980 x 429	1665 x 1540	8231	1980	1540	250	45	16	100
TPL 90000/17000/±50	60000	17000	90000	8500	64290	5670	2090 x 2090 x 448	1765 x 1640	9602	2090	1640	250	48	16	100

TPM

APOYOS TENS POT CON DESLIZAMIENTO LIBRE

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU	COMBINACIÓN ESTÁTICA ELU	COMBINACIÓN ESTÁTICA ELS	TAMAÑO TOTAL	PLACA CORREDERA DIMENSIONES DE PLANO	PESO NETO (SIN ANCLAJES)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DEL PISTÓN	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	ALTURA DEL PERNO TIPO PIN
	N _{Sd-Seism} (kN)	N _{Sd-ELU} (kN)	N _{Sd-SLE} (kN)							
TPM 500/±50/±20	340	500	360	175 x 175 x 76	210 x 270	20	175	170	30	15
TPM 1000/±50/±20	670	1000	720	235 x 235 x 81	270 x 330	34	235	230	30	15
TPM 1500 /±50 /±20	1000	1500	1080	255 x 255 x 80	290 x 350	39	255	250	30	15
TPM 2000 /±50 /±20	1340	2000	1430	305 x 305 x 85	340 x 400	55	305	300	30	15
TPM 2500 /±50 /±20	1670	2500	1790	315 x 315 x 90	350 x 410	60	315	310	30	15
TPM 3000 /±50 /±20	2000	3000	2150	335 x 335 x 90	370 x 430	70	335	330	30	15
TPM 3500 /±50 /±20	2340	3500	2500	365 x 365 x 95	400 x 460	85	365	360	30	15
TPM 4000 /±50 /±20	2670	4000	2860	380 x 380 x 99	415 x 475	94	380	375	30	15
TPM 4500 /±50 /±20	3000	4500	3220	405 x 405 x 99	440 x 500	105	405	400	30	15
TPM 5000 /±50 /±20	3340	5000	3580	425 x 425 x 109	460 x 520	127	425	420	30	15
TPM 6000 /±50 /±20	4000	6000	4290	460 x 460 x 113	490 x 550	149	460	450	30	15
TPM 7000 /±50 /±20	4670	7000	5000	495 x 495 x 113	520 x 580	166	495	480	30	15
TPM 8000 /±50 /±20	5340	8000	5720	530 x 530 x 117	550 x 610	200	530	510	30	15
TPM 9000 /±50 /±20	6000	9000	6430	570 x 570 x 127	585 x 645	245	570	545	30	15
TPM 10000 /±50 /±20	6670	10000	7150	600 x 600 x 132	610 x 670	276	600	570	30	15
TPM 11000 /±50 /±20	7340	11000	7860	630 x 630 x 136	635 x 695	315	630	595	30	15
TPM 12000 /±50 /±20	8000	12000	8580	655 x 655 x 136	660 x 720	336	655	620	30	15
TPM 13000 /±50 /±20	8670	13000	9290	680 x 680 x 146	680 x 740	380	680	640	30	16
TPM 14000 /±50 /±20	9340	14000	10000	720 x 720 x 150	720 x 780	444	720	680	30	16
TPM 15000 /±50 /±20	10000	15000	10720	735 x 735 x 150	730 x 790	459	735	690	40	15
TPM 16000 /±50 /±20	10670	16000	11430	755 x 755 x 150	745 x 805	479	755	705	40	15
TPM 17000 /±50 /±20	11340	17000	12150	780 x 780 x 154	770 x 830	521	780	730	40	16
TPM 18000 /±50 /±20	12000	18000	12860	810 x 810 x 154	795 x 855	552	810	755	40	16
TPM 19000 /±50 /±20	12670	19000	13580	830 x 830 x 179	810 x 870	687	830	770	40	17
TPM 20000 /±50 /±20	13340	20000	14290	855 x 855 x 178	830 x 890	710	855	790	40	17
TPM 22500 /±50 /±20	15000	22500	16080	950 x 950 x 192	920 x 980	950	950	880	40	19
TPM 25000 /±50 /±20	16670	25000	17860	965 x 965 x 192	920 x 980	969	965	880	40	20
TPM 27500 /±50 /±20	18340	27500	19650	1010 x 1010 x 206	960 x 1020	1129	1010	920	50	19
TPM 30000 /±50 /±20	20000	30000	21430	1045 x 1045 x 216	990 x 1050	1274	1045	950	50	20
TPM 32500 /±50 /±20	21670	32500	23220	1090 x 1090 x 215	1030 x 1090	1365	1090	990	50	21
TPM 35000 /±50 /±20	23340	35000	25000	1175 x 1175 x 243	1130 x 1190	1798	1175	1090	50	23
TPM 37500 /±50 /±20	25000	37500	26790	1185 x 1185 x 243	1130 x 1190	1819	1185	1090	50	24
TPM 40000 /±50 /±20	26670	40000	28580	1235 x 1235 x 262	1180 x 1240	2154	1235	1140	60	22
TPM 45000 /±50 /±20	30000	45000	32150	1305 x 1305 x 271	1230 x 1290	2460	1305	1190	60	24
TPM 50000 /±50 /±20	33340	50000	35720	1365 x 1365 x 271	1280 x 1340	2658	1365	1240	60	26
TPM 55000 /±50 /±20	36670	55000	39290	1425 x 1425 x 279	1330 x 1390	2960	1425	1290	60	28
TPM 60000 /±50 /±20	40000	60000	42860	1480 x 1480 x 298	1380 x 1440	3443	1480	1340	70	27
TPM 65000 /±50 /±20	43340	65000	46430	1540 x 1540 x 297	1430 x 1490	3676	1540	1390	70	28
TPM 70000 /±50 /±20	46670	70000	50000	1600 x 1600 x 308	1480 x 1540	4081	1600	1440	70	30
TPM 75000 /±50 /±20	50000	75000	53580	1655 x 1655 x 326	1530 x 1590	4632	1655	1490	70	32
TPM 80000 /±50 /±20	53340	80000	57150	1710 x 1710 x 335	1580 x 1640	5073	1710	1540	80	30
TPM 90000 /±50 /±20	60000	90000	64290	1835 x 1835 x 344	1680 x 1740	5918	1835	1640	80	33

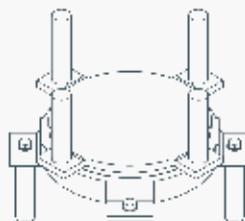


Edificio Fondaco dei Tedeschi, Venezia (Italia)

05

SISTEMA DE APOYO TENS SPHERICAL

Los apoyos TENS SPHERICAL pueden satisfacer altas exigencias de rendimiento ya que son capaces de transferir fuerzas considerables permitiendo al mismo tiempo rotaciones y desplazamientos importantes



DESCRIPCIÓN

En este capítulo se hace referencia a los apoyos TENS SPHERICAL (TS).

Los apoyos TENS SPHERICAL pueden transferir cargas verticales y horizontales entre la superestructura y la subestructura. Están diseñados para tolerar una transferencia de cargas apropiada entre los diferentes elementos estructurales y para garantizar, al mismo tiempo, que los desplazamientos y las rotaciones se ajustan al diseño.

Se pueden emplear en obras civiles como puentes, viaductos, edificios, techumbres, estructuras industriales e hidráulicas, tanques, estructuras militares, etc.

Un apoyo TENS SPHERICAL se compone principalmente de tres elementos: una cazoleta, una articulación de acero esférica y un pistón.

La cazoleta, que está en contacto con la subestructura, se fabrica a partir de una chapa de acero del grosor apropiado. Luego de conferirle el tamaño y la forma (circular o cuadrada) exigidos por el diseño, se le aplica un proceso de torneado.

La articulación esférica de acero, acoplada al pistón, permite la absorción de las rotaciones de la estructura. En su parte inferior, hay un revestimiento de PTFE que permite los desplazamientos mediante el contacto con una hoja de acero inoxidable que está unida a la base. La parte superior de la articulación puede estar revestida de acero inoxidable o sujeta a un proceso de cromado que le confiere un alto grado de dureza, resistencia al desgaste y protección frente a la corrosión.

Los valores de fricción (generados por el contacto entre la placa de refuerzo de acero inoxidable y el PTFE lubricado y provisto de alveolos) son mínimos y se ajustan a los límites normativos.

El pistón tiene una forma plana circular con una cavidad en la que se coloca un revestimiento de PTFE alveolado y con el perfil adecuado. También se integra parcialmente en la base con una holgura mínima (el diámetro interno nominal de la base es igual al diámetro externo del pistón).

Las cargas verticales se transfieren desde el pistón, primero a la articulación esférica y luego a la base.

La presencia del acoplamiento formado por la articulación de acero y el pistón permite la rotación en cualquier eje horizontal y perpendicular a la superficie curva de la articulación de acero esférica.

Esta configuración se encuentra en la base de cualquier



Despiece del apoyo TSF



Despiece del apoyo TSM

apoyo esférico y, en particular, es definitorio de los apoyos fijos TSF, en los que las translaciones no están permitidas y las acciones horizontales se transfieren horizontalmente mediante el contacto entre el pistón y la base.

En cuanto a los apoyos con deslizamiento libre y guiado, el desplazamiento (en una o ambas direcciones) se produce a través del contacto entre la superficie pulida de acero austenítico y un revestimiento de PTFE alveolado que puede estar relleno de grasa siliconada.

A fin de obtener un apoyo unidireccional, debe emplearse una guía interna (o dos guías externas) para la transferencia de cargas horizontales en la dirección fija (perpendicular al movimiento del apoyo) y para el deslizamiento necesario en la dirección libre.

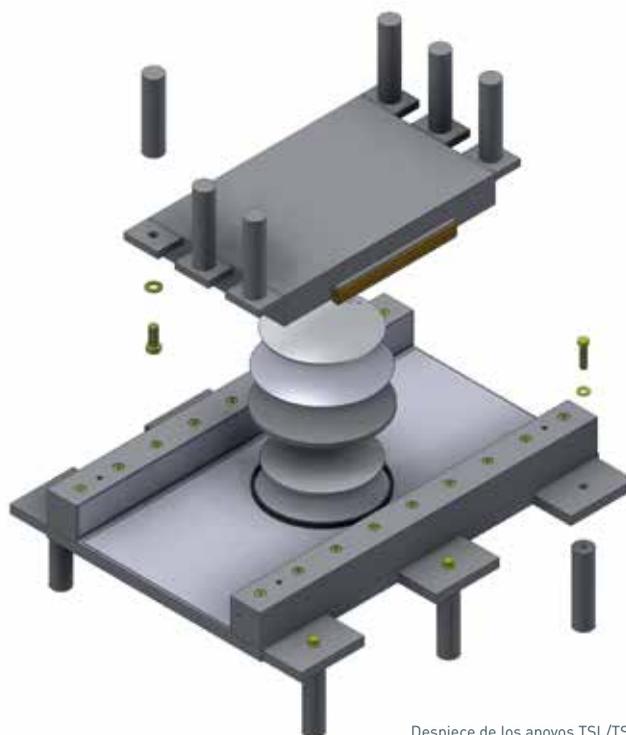
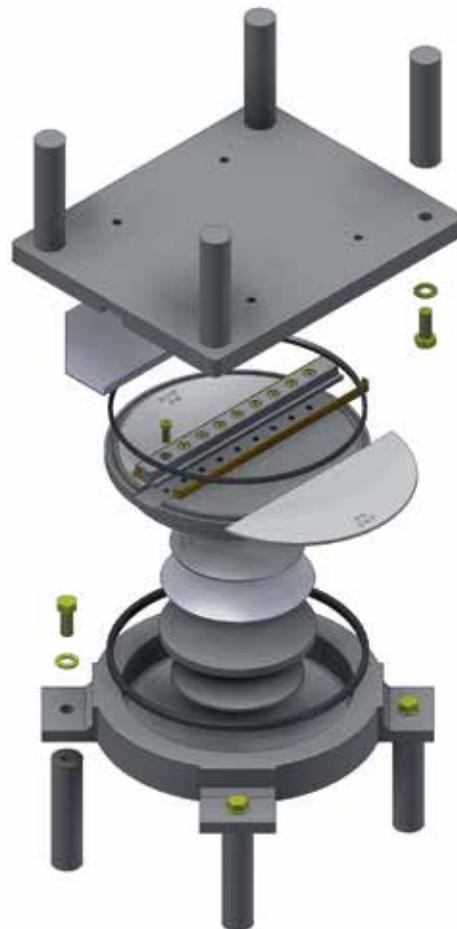
En función del tipo de obra y de las especificaciones de diseño, el anclaje de los apoyos puede normalmente realizarse de las siguientes maneras:

- pernos de anclaje y tuercas (recomendado para estructuras de hormigón moldeado in situ);
- perno tipo pin (recomendado para superestructuras de acero o prefabricadas donde se requieran placas de reparto para albergar los pernos tipo pin);
- pernos (recomendado para estructuras de acero o de hormigón prefabricadas, en caso de que haya una placa de conexión provista de orificios roscados y unida mediante lechada de cemento a la estructura);
- adhesión/fricción (todo tipo de estructuras).

Con el objetivo de facilitar la instalación y las posibles operaciones de sustitución, pueden emplearse chapas de acero adicionales entre el apoyo y la estructura.

El apoyo TS presenta las siguientes ventajas:

- fácil instalación y sustitución;
- durabilidad;
- soporte de cargas verticales muy elevadas con deformaciones insignificantes;
- transmisión de cargas horizontales muy elevadas en presencia de cargas verticales limitadas (recomendado para zonas sísmicas);
- capacidad de absorber rotaciones alrededor del eje vertical;
- mayores rotaciones alrededor de cualquier eje horizontal en comparación con cualquier otro tipo de apoyo con reacciones de retención insignificantes;
- la mayor capacidad de rotación permite asimismo la absorción de rotaciones permanentes de la estructura (como alternativa a las placas de cuñas);
- capacidad de transferir grandes cargas con apoyos de un tamaño menor que otras soluciones de apoyo.



Despiece de los apoyos TSL/TST

CLASIFICACIÓN Y COMPONENTES

Los apoyos TENS SPHERICAL (TS) se pueden clasificar en tres tipos en función de su grado de limitación:

APOYO ESFÉRICO FIJO (TSF)

Los apoyos fijos representan una solución básica y constan de las partes siguientes:

- **placa cóncava:** normalmente circular, provista de placas laterales fundidas que permiten la fijación a la estructura; se obtiene mediante el torneado de una chapa de metal gruesa. En la superficie cóncava superior se halla una cavidad para el PTFE, que forma la superficie deslizante junto con la articulación esférica de acero.
- **articulación esférica de acero:** se encuentra en la base y constituye el elemento convexo central sobre el que se produce la rotación del pistón superior; se fabrica en torno totalmente mecanizado. Su forma convexa permite la rotación. El hueco para el PTFE se obtiene mediante torneado de la superficie inferior plana.
- **placa base:** se obtiene a partir del torneado de una chapa gruesa; ejerce presión sobre la articulación esférica de acero y su superficie inferior de acero inoxidable permite - en contacto con el PTFE - el deslizamiento necesario para que se produzcan las rotaciones relativas tal como exige el diseño.
- **sistemas guardapolvo:** elementos que evitan que la suciedad y otros elementos externos penetren en el interior del apoyo y en las superficies deslizantes.

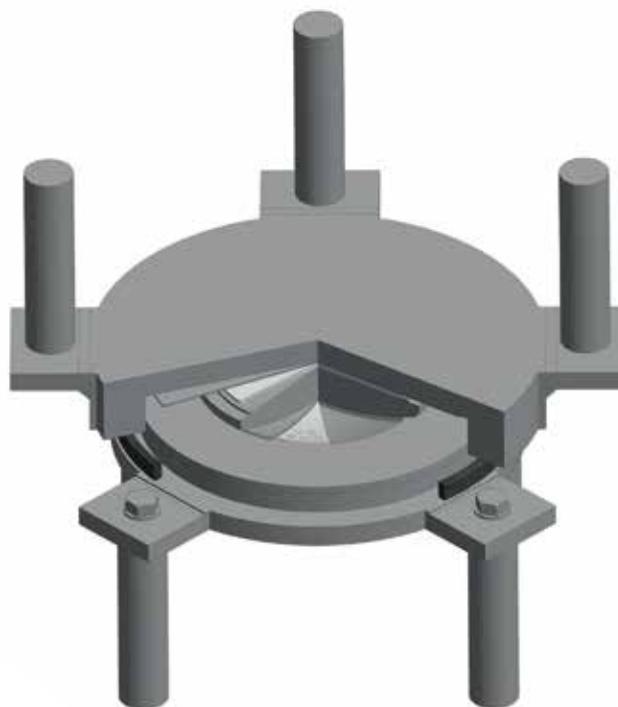
El contacto pistón-base permite la transferencia rígida de cargas laterales entre la superestructura y la subestructura.

Los apoyos fijos son dispositivos que permiten la transferencia de las fuerzas que actúan en el plano horizontal.

Las translaciones en el plano horizontal están bloqueadas, pero sí se permiten rotaciones alrededor de los ejes vertical y horizontal.

APOYO ESFÉRICO CON DESLIZAMIENTO GUIADO (TSL/TST)

La configuración de este tipo de apoyo es parecida a la del apoyo anterior, con el añadido de una serie de componentes que permiten que el dispositivo desarrolle translaciones



Apoyo TENS SPHERICAL fijo (TSF)

en una única dirección, longitudinal (L) o transversal (T). La transferencia de la carga lateral en la dirección fija se produce de manera rígida. Los apoyos con deslizamiento guiado pueden garantizar las mismas rotaciones relativas que los apoyos fijos.

En la parte superior del pistón de acero se halla una cavidad para la guía direccional y la placa corredera de PTFE. Está provista de alveolos que se lubrican con grasa silicónada. La guía es de acero, tiene un perfil rectangular y está sujeta al pistón por medio de tornillos de gran resistencia. La guía está cubierta por una capa de material compuesto (CM1) en sus dos lados verticales.

La placa corredera está debidamente modelada con una cavidad en la que cabe la guía. La parte de la placa corredera que está en contacto con el CM1 tiene un baño de acero inoxidable que garantiza un contacto con bajo coeficiente de fricción en la dirección del desplazamiento. En caso de que se produzcan cargas horizontales considerables, la guía central puede sustituirse por dos guías externas. Los apoyos diseñados y fabricados por TENSA están provistos de una junta de goma antipolvo que rodea las superficies de PTFE. El objetivo de esta junta es evitar la contaminación por suciedad, ya que podría causar un incremento de la fricción y un deterioro acelerado del PTFE.

Los apoyos también están equipados de indicadores de desplazamiento para permitir realizar una verificación rápida durante las inspecciones periódicas.

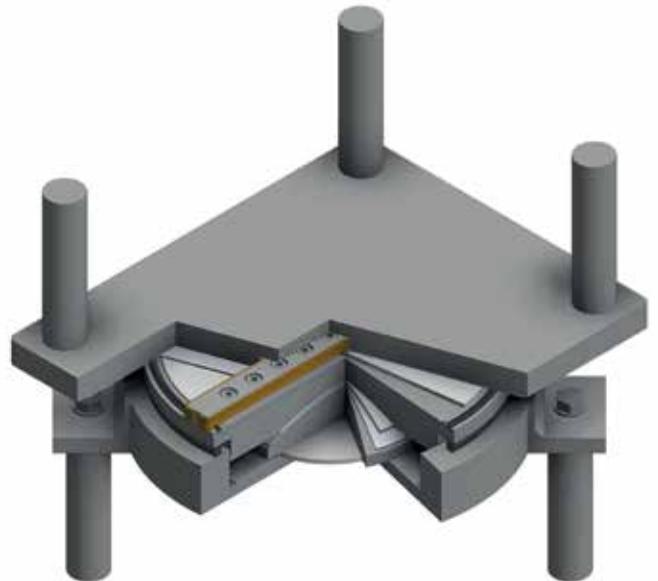
APOYO TENS SPHERICAL CON DESLIZAMIENTO LIBRE (TSM)

Los apoyos TSM son capaces de transferir cargas verticales y de permitir el desplazamiento en todas las direcciones del plano horizontal. A diferencia de los apoyos unidireccionales, no cuentan con una guía direccional. La articulación esférica de acero presenta una cavidad que contiene un revestimiento de PTFE con un huelgo mínimo y que sobresale unos pocos milímetros.

En contacto con este elemento, se encuentra la placa corredera superior, cuya parte inferior está provista de una superficie de acero inoxidable austenítico conectada por medio de soldadura TIG.

La interfaz deslizante entre el PTFE alveolado y el acero inoxidable está lubricada adecuadamente con grasa silicónada. De este modo, se reducen considerablemente la fricción y la resistencia de retención.

Los apoyos diseñados y fabricados por TENSA cuentan con una junta de goma antipolvo situada alrededor de las superficies de PTFE cuya finalidad es evitar la contaminación por suciedad. Asimismo, están equipados de indicadores de desplazamiento para permitir realizar una verificación rápida durante las inspecciones periódicas.



Apoyo TENS SPHERICAL con deslizamiento guiado TSL/TST



Apoyo TENS SPHERICAL con deslizamiento libre TSM

APOYOS TENS SPHERICAL PARA APLICACIONES ESPECIALES

El diseño de los apoyos TS se puede adaptar a distintas necesidades de diseño o construcción, lo que permite integrarlos con otros elementos como:

- un sistema de células de carga y transductores de desplazamiento para calcular el tamaño y las variaciones;
- elementos adicionales que aíslen eléctricamente el apoyo para que no esté expuesto a fenómenos de erosión eléctrica causados por corrientes de fuga (por ejemplo, líneas de electricidad);
- un sistema hidráulico o mecánico para realizar ajustes verticales en caso de que haya asentamientos diferenciales.
- elementos adicionales para soportar tensiones poco habituales y frecuentes, operando bajo criterios tanto estado límite de servicio como estado límite último, que permiten simultáneamente la absorción de las rotaciones impuestas por la estructura;
- elementos adicionales que proporcionan rendimientos objetivo durante la fase de construcción/lanzamiento de la estructura para así garantizar otras actuaciones durante la fase operativa. En este caso, pueden incluirse apoyos deslizantes con guía o libres que se convierten en fijos en la fase operativa o viceversa, así como otras muchas combinaciones.

- dispositivos antisísmicos que actúen únicamente durante la fase sísmica. En particular, se pueden obtener dos configuraciones distintas:

1. Interrupción de desplazamiento y transferencia de la fuerza sísmica desarrollada de maneraseudorrígida: para lograrlo, se dota a los apoyos de amortiguadores sísmicos (Tens Shock Transmitter Device) que transforman temporalmente el apoyo deslizante en un eslabónseudorrígido. En el caso de movimientos lentos, proporcionan una reacción mínima que permite a la estructura expandirse y contraerse libremente.
2. Disipación de energía: se puede lograr mediante la adición de un amortiguador de fluido viscoso TFVD (Tens Fluid Viscous Damper) al apoyo o dispositivo de acero histerético TEPD (Tens Elasto-Plastic Device); puede estar dispuesto en serie con el amortiguador (véase el punto anterior). La unión en un mismo dispositivo capaz de resistir cargas gravitatorias, absorber rotaciones estructurales, garantizar un comportamiento adecuado en terremotos y disipar la energía, permite que nos podamos referir a él como un dispositivo híbrido en lugar de como un simple apoyo.

Edificio Fondaco dei Tedeschi, Venecia (Italia)



MATERIALES

LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCIÓN DE SISTEMAS DE APOYO TS CON LA MARCA CE HACEN REFERENCIA A LO INDICADO A CONTINUACIÓN Y A LA NORMA EN 1337.

ELEMENTO	MATERIAL	NORMAS
Placa cóncava, articulación esférica de acero, cazoleta, placas deslizantes	S355J2, S275J2	EN 10025
Superficies deslizantes	PTFE/TENSA Slide	EN 1337-2 / ETA
Superficies deslizantes	INOX X2 o X5CrNiMo17/12	EN 10088
CM1	Material compuesto que consta de tres capas: una tira de bronce de refuerzo y una matriz porosa sinterizada de interconexión, recubierta con una mezcla de PTFE y plomo	EN 1337-2
Grasa lubricante	Grasa siliconada	EN 1337-2
Pernos de anclaje	39NiCrMo3, S355JR	EN 10083 o EN 10025
Pernos	Cl 8.8/10.9/12.9	EN 20898

MARCADO

Los apoyos esféricos están identificados mediante su acrónimo TS (TENS SPHERICAL). Los números aquí mostrados representan las cargas expresadas en kN o los desplazamientos expresados en mm en ELU. A continuación se incluyen ejemplos de los tres tipos.

	Apoyo fijo			Carga horizontal (kN)
TS	F	1000	/	100
TENS SPHERICAL		Carga vertical (kN)		

	Apoyo guiado			Carga horizontal (kN)		
TS	U	1000	/	100	/	± 50
TENS SPHERICAL		Carga vertical (kN)				Movimiento (mm)

	Apoyo libre			Movimiento longitudinal (mm)		
TS	M	1000	/	± 50	/	± 25
TENS SPHERICAL		Carga vertical (kN)				Movimiento transversal (mm)



DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

EL catálogo de apoyos TS cumple con los requisitos de la norma EN 1337, partes 1, 2 y 7.

La carga vertical máxima esperada, en ELU, equivale a 100.000 kN.

Si así se solicita, es posible diseñar apoyos con mayor carga vertical.

TEMPERATURA, SOPORTES SUPERIOR E INFERIOR

En el diseño de los apoyos se han tenido en cuenta los criterios siguientes:

- Soporte de acero superior
- Soporte de hormigón inferior; clase de resistencia C37/45
- Temperatura entre -5 °C y +30 °C

Con el objetivo de calcular las presiones de contacto de los soportes inferior y superior, en el caso del hormigón, debe consultarse el valor de la norma EN 1992-1 para presiones localizadas en el capítulo 6.7.

$$\sigma_{Rdu} = f_{cd} \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3.0 \cdot f_{cd}$$

Suponiendo que el valor máximo del radio entre las áreas es igual a 2:

$$M_{distr} = \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = 2$$

DESPLAZAMIENTOS DE DISEÑO

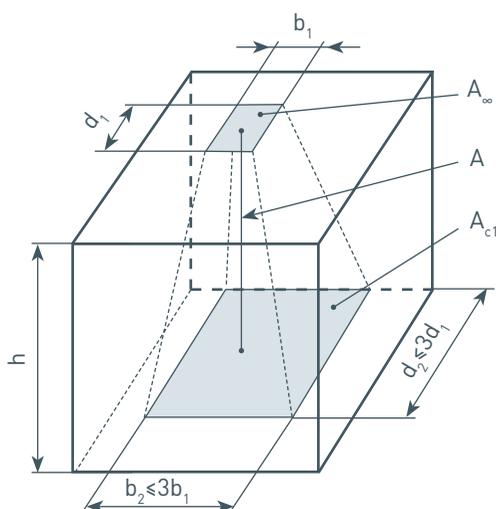
La norma EN 1337-1 requiere la adopción de desplazamientos mínimos en las direcciones longitudinal y transversal - respectivamente, ±50 mm y ±20 mm - e incrementar los desplazamientos de diseño de ±20 mm en los apoyos sin anclaje.

En este capítulo se dan por supuestos los siguientes desplazamientos mínimos:

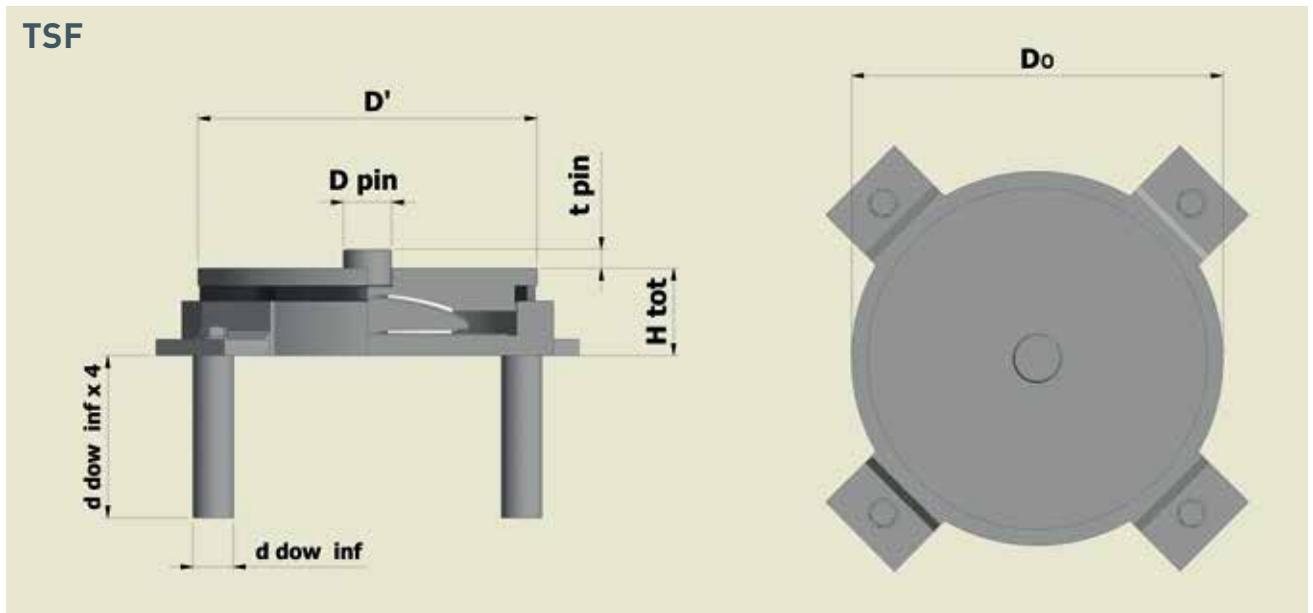
- Desplazamiento longitudinal = ±50 mm
- Desplazamiento transversal = ±20 mm

Para la rotación se da por supuesto el valor siguiente:

- Rotación de diseño máxima $\alpha_{tot} = 0.020$ rad



TSF



CARGAS DE DISEÑO

Los apoyos se diseñarán tomando como referencia las combinaciones de carga siguientes:

- Estado límite último (ELU) para cargas estáticas
- Estado límite último (ELU) para diseño antisísmico
- Estado límite de servicio (ELS)

En particular:

N_{Ed-ELU} = Carga vertical máxima en ELU

V_{Ed-ELU} = Carga lateral máxima en presencia de N_{Ed-ELU}

$N_{Ed-Sism}$ = Carga vertical en presencia de $V_{Ed-Sism}$

$V_{Ed-Sism}$ = Carga lateral máxima en ELU en diseño antisísmico

N_{Ed-ELS} = Carga vertical en ELS

V_{Ed-ELS} = Carga lateral máxima en ELS en presencia de N_{Ed-ELS}

Más supuestos para el diseño de apoyos propuestos en las hojas del párrafo siguiente:

$$N_{Ed-ELS} = N_{Ed-ELU} / 1.40$$

$$N_{Ed-Sism} = N_{Ed-ELU} / 1.50$$

$$V_{Ed-ELU} = V_{Ed-Sism} \times 0.50$$

$$V_{Ed-ELS} = V_{Ed-ELU} / 1.50$$

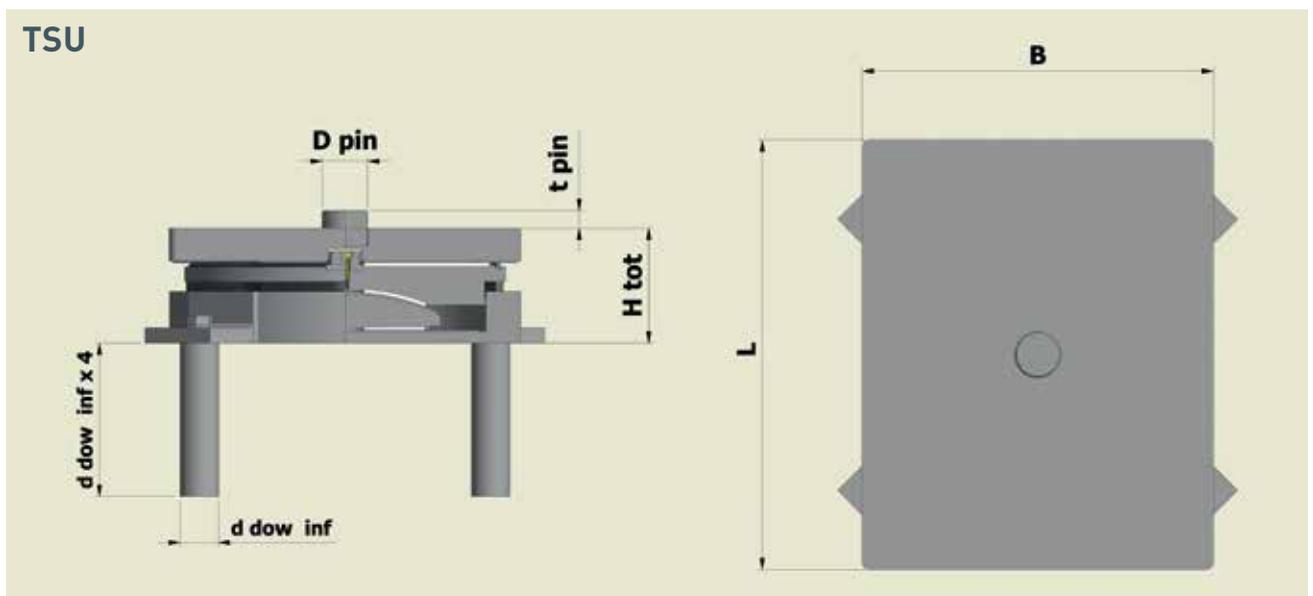
SISTEMAS DE ANCLAJE

En esta sección se muestran apoyos con las siguientes características:

- Anclaje superior con perno tipo pin en chapa de acero
- Anclaje inferior con pernos de anclaje para apoyos fijos y guiados, y con resina para los apoyos con deslizamiento libre.

Se pueden considerar otros tipos de anclaje.

TSU



TSF BAJO

APOYOS TENS SPHERICAL FIJOS $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=10\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELS		DIMENSIONES	PESO NETO (EXCLUYENDO PERNOS)	DIÁMETRO DE LA PLACA CONCAVA	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	PROTRUSIÓN DEL PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-ELS} (kN)	V_{Sd-ELS} (kN)							Do x Do x Htot (mm)
TSF 500/50	340	50	500	25	360	20	220 x 220 x 78	20	205	20	8	2	30
TSF 1000/100	670	100	1000	50	720	40	265 x 265 x 97	37	255	30	9	2	30
TSF 1500/150	1000	150	1500	75	1080	50	295 x 295 x 96	46	285	30	11	4	30
TSF 2000/200	1340	200	2000	100	1430	70	350 x 350 x 97	65	340	30	12	4	30
TSF 2500/250	1670	250	2500	125	1790	90	375 x 375 x 97	75	365	40	12	4	30
TSF 3000/300	2000	300	3000	150	2150	100	415 x 415 x 97	93	415	40	13	4	30
TSF 3500/350	2340	350	3500	175	2500	120	410 x 410 x 96	91	410	40	15	4	30
TSF 4000/400	2670	400	4000	200	2860	140	445 x 445 x 110	121	440	50	14	4	40
TSF 4500/450	3000	450	4500	225	3220	150	465 x 465 x 109	130	460	50	15	4	40
TSF 5000/500	3340	500	5000	250	3580	170	470 x 470 x 114	140	465	50	16	4	40
TSF 6000/600	4000	600	6000	300	4290	200	530 x 530 x 114	174	510	60	16	4	50
TSF 7000/700	4670	700	7000	350	5000	240	570 x 570 x 123	220	550	60	18	4	50
TSF 8000/800	5340	800	8000	400	5720	270	620 x 620 x 127	272	605	60	19	4	50
TSF 9000/900	6000	900	9000	450	6430	300	635 x 635 x 146	327	610	70	19	4	60
TSF 10000/1000	6670	1000	10000	500	7150	340	650 x 650 x 145	339	625	70	20	4	60
TSF 11000/1100	7340	1100	11000	550	7860	370	695 x 695 x 145	390	670	70	22	4	60
TSF 12000/1200	8000	1200	12000	600	8580	400	745 x 745 x 145	451	720	80	21	4	60
TSF 13000/1300	8670	1300	13000	650	9290	440	740 x 740 x 153	469	715	80	23	4	60
TSF 14000/1400	9340	1400	14000	700	10000	470	765 x 765 x 162	529	730	80	25	4	70
TSF 15000/1500	10000	1500	15000	750	10720	500	790 x 790 x 171	599	755	90	24	4	70
TSF 16000/1600	10670	1600	16000	800	11430	540	850 x 850 x 162	654	815	90	25	4	70
TSF 17000/1700	11340	1700	17000	850	12150	570	875 x 875 x 161	691	840	90	26	4	70
TSF 18000/1800	12000	1800	18000	900	12860	600	845 x 845 x 179	701	800	90	27	4	90
TSF 19000/1900	12670	1900	19000	950	13580	640	910 x 910 x 179	816	865	100	26	4	90
TSF 20000/2000	13340	2000	20000	1000	14290	670	930 x 930 x 179	855	885	100	28	4	90
TSF 22500/2250	15000	2250	22500	1125	16080	750	945 x 945 x 188	931	900	100	30	4	90
TSF 25000/2500	16670	2500	25000	1250	17860	840	1035 x 1035 x 187	1120	990	110	31	4	90
TSF 27500/2750	18340	2750	27500	1375	19650	920	1030 x 1030 x 208	1264	985	120	31	4	90
TSF 30000/3000	20000	3000	30000	1500	21430	1000	1090 x 1090 x 217	1464	1035	120	33	4	100
TSF 32500/3250	21670	3250	32500	1625	23220	1090	1130 x 1130 x 226	1651	1075	130	33	4	100
TSF 35000/3500	23340	3500	35000	1750	25000	1170	1175 x 1175 x 226	1793	1120	130	35	4	100
TSF 37500/3750	25000	3750	37500	1875	26790	1250	1170 x 1170 x 253	1998	1115	140	35	4	100
TSF 40000/4000	26670	4000	40000	2000	28580	1340	1235 x 1235 x 254	2261	1190	140	37	4	100
TSF 45000/4500	30000	4500	45000	2250	32150	1500	1385 x 1385 x 234	2606	1340	150	39	8	90
TSF 50000/5000	33340	5000	50000	2500	35720	1670	1455 x 1455 x 242	2993	1410	160	40	8	90
TSF 55000/5500	36670	5500	55000	2750	39290	1840	1510 x 1510 x 261	3489	1465	160	43	8	90
TSF 60000/6000	40000	6000	60000	3000	42860	2000	1565 x 1565 x 270	3870	1510	190	40	8	100
TSF 65000/6500	43340	6500	65000	3250	46430	2170	1615 x 1615 x 269	4116	1560	190	43	8	100
TSF 70000/7000	46670	7000	70000	3500	50000	2340	1680 x 1680 x 288	4791	1625	200	44	8	100
TSF 75000/7500	50000	7500	75000	3750	53580	2500	1730 x 1730 x 306	5426	1675	210	45	8	100
TSF 80000/8000	53340	8000	80000	4000	57150	2670	1875 x 1875 x 294	6181	1830	210	48	8	100
TSF 90000/9000	60000	9000	90000	4500	64290	3000	1965 x 1965 x 302	6862	1900	230	49	8	120
TSF 100000/10000	66670	10000	100000	5000	71430	3340	2045 x 2045 x 331	8151	1980	240	52	8	120

TSF ELEVADO

APOYOS TENS SPHERICAL FIJOS $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=30\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELS		DIMENSIONES	PESO NETO (EXCLUYENDO PERNOS)	DIÁMETRO DE LA PLACA CONCÁVA	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	PROTRUSIÓN DEL PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-ELS} (kN)	V_{Sd-ELS} (kN)							Do x Do x Htot (mm)
TSF 500/150	340	150	500	75	360	50	230 x 230 x 93	27	220	30	11	4	30
TSF 1000/300	670	300	1000	150	720	100	280 x 280 x 105	47	280	40	13	4	30
TSF 1500/450	1000	450	1500	225	1080	150	305 x 305 x 107	55	300	50	15	4	40
TSF 2000/600	1340	600	2000	300	1430	200	395 x 395 x 109	91	375	60	16	4	50
TSF 2500/750	1670	750	2500	375	1790	250	405 x 405 x 120	109	390	60	19	4	50
TSF 3000/900	2000	900	3000	450	2150	300	450 x 450 x 125	139	425	70	19	4	60
TSF 3500/1050	2340	1050	3500	525	2500	350	450 x 450 x 142	159	425	70	21	4	60
TSF 4000/1200	2670	1200	4000	600	2860	400	505 x 505 x 142	203	480	80	21	4	60
TSF 4500/1350	3000	1350	4500	675	3220	450	515 x 515 x 144	212	480	80	23	4	70
TSF 5000/1500	3340	1500	5000	750	3580	500	515 x 515 x 162	243	480	90	25	4	70
TSF 6000/1800	4000	1800	6000	900	4290	600	545 x 545 x 170	271	500	90	28	4	90
TSF 7000/2100	4670	2100	7000	1050	5000	700	635 x 635 x 171	384	590	100	29	4	90
TSF 8000/2400	5340	2400	8000	1200	5720	800	705 x 705 x 170	475	660	110	30	4	90
TSF 9000/2700	6000	2700	9000	1350	6430	900	690 x 690 x 198	533	645	120	32	4	90
TSF 10000/3000	6670	3000	10000	1500	7150	1000	745 x 745 x 197	619	690	120	33	4	100
TSF 11000/3300	7340	3300	11000	1650	7860	1100	760 x 760 x 216	709	705	130	34	4	100
TSF 12000/3600	8000	3600	12000	1800	8580	1200	805 x 805 x 206	763	750	130	36	4	100
TSF 13000/3900	8670	3900	13000	1950	9290	1300	820 x 820 x 214	843	775	140	37	4	100
TSF 14000/4200	9340	4200	14000	2100	10000	1400	870 x 870 x 214	955	825	140	39	4	100
TSF 15000/4500	10000	4500	15000	2250	10720	1500	895 x 895 x 223	1039	850	150	39	8	90
TSF 16000/4800	10670	4800	16000	2400	11430	1600	910 x 910 x 232	1124	865	150	41	8	90
TSF 17000/5100	11340	5100	17000	2550	12150	1700	980 x 980 x 233	1314	935	160	41	8	90
TSF 18000/5400	12000	5400	18000	2700	12860	1800	1025 x 1025 x 232	1442	980	160	43	8	90
TSF 19000/5700	12670	5700	19000	2850	13580	1900	1075 x 1075 x 233	1577	1020	180	41	8	100
TSF 20000/6000	13340	6000	20000	3000	14290	2000	1065 x 1065 x 251	1687	1010	190	43	8	100
TSF 22500/6300	15000	6300	22500	3150	16080	2100	1105 x 1105 x 249	1795	1050	190	44	8	100
TSF 25000/6600	16670	6600	25000	3300	17860	2200	1115 x 1115 x 268	1963	1060	190	45	8	100
TSF 27500/6900	18340	6900	27500	3450	19650	2300	1150 x 1150 x 277	2161	1095	200	45	8	100
TSF 30000/7200	20000	7200	30000	3600	21430	2400	1240 x 1240 x 257	2346	1185	200	45	8	100
TSF 32500/7500	21670	7500	32500	3750	23220	2500	1270 x 1270 x 275	2637	1215	210	45	8	100
TSF 35000/7800	23340	7800	35000	3900	25000	2600	1335 x 1335 x 275	2940	1290	210	47	8	100
TSF 37500/8200	25000	8200	37500	4100	26790	2740	1395 x 1395 x 275	3230	1350	220	47	8	100
TSF 40000/8600	26670	8600	40000	4300	28580	2870	1365 x 1365 x 302	3290	1300	220	49	8	120
TSF 45000/9000	30000	9000	45000	4500	32150	3000	1465 x 1465 x 301	3797	1400	230	49	8	120
TSF 50000/10000	33340	10000	50000	5000	35720	3340	1555 x 1555 x 321	4583	1490	240	52	8	120
TSF 55000/11000	36670	11000	55000	5500	39290	3670	1760 x 1760 x 291	5445	1705	250	54	12	100
TSF 60000/12000	40000	12000	60000	6000	42860	4000	1815 x 1815 x 309	6270	1770	260	57	12	100
TSF 65000/13000	43340	13000	65000	6500	46430	4340	1870 x 1870 x 317	6692	1750	270	59	8	130
TSF 70000/14000	46670	14000	70000	7000	50000	4670	1935 x 1935 x 325	7547	1890	280	61	14	100
TSF 75000/15000	50000	15000	75000	7500	53580	5000	1990 x 1990 x 343	8280	1925	290	63	12	120
TSF 80000/16000	53340	16000	80000	8000	57150	5340	2045 x 2045 x 362	9391	2000	300	65	16	100
TSF 90000/17000	60000	17000	90000	8500	64290	5670	2250 x 2250 x 352	10971	2205	310	66	16	100
TSF 100000/18000	66670	18000	100000	9000	71430	6000	2290 x 2290 x 378	12099	2225	320	68	14	120

TSL BAJO

APOYOS TENS SPHERICAL CON DESLIZAMIENTO GUIADO $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=10\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELS		DIMENSIONES	DIMENSIONES DE LA PLACA DESLIZANTE	PESO NETO (EXCLUYENDO PERNOS)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DE LA PLACA CONCAVA	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	PROTRUSIÓN DEL PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-ELS} (kN)	V_{Sd-ELS} (kN)									$D' \times D' \times H_{tot}$ (mm)
TSL 500/50±50	340	50	500	25	360	20	230 x 230 x 119	190 x 290	38	230	185	20	8	2	30
TSL 1000/100±50	670	100	1000	50	720	40	270 x 270 x 127	230 x 330	56	270	225	30	9	2	30
TSL 1500/150±50	1000	150	1500	75	1080	50	325 x 325 x 124	280 x 380	78	325	280	30	11	4	30
TSL 2000/200±50	1340	200	2000	100	1430	70	350 x 350 x 129	305 x 405	94	350	305	30	12	4	30
TSL 2500/250±50	1670	250	2500	125	1790	90	380 x 380 x 143	330 x 430	122	380	330	40	12	4	30
TSL 3000/300±50	2000	300	3000	150	2150	100	420 x 420 x 129	375 x 475	136	420	375	40	13	4	30
TSL 3500/350±50	2340	350	3500	175	2500	120	420 x 420 x 147	370 x 470	153	420	370	40	15	4	30
TSL 4000/400±50	2670	400	4000	200	2860	140	440 x 440 x 157	390 x 490	179	440	390	50	14	4	40
TSL 4500/450±50	3000	450	4500	225	3220	150	455 x 455 x 155	410 x 510	192	455	410	50	15	4	40
TSL 5000/500±50	3340	500	5000	250	3580	170	500 x 500 x 146	450 x 550	218	500	450	50	16	4	40
TSL 6000/600±50	4000	600	6000	300	4290	200	525 x 525 x 170	480 x 580	291	525	480	60	16	4	50
TSL 7000/700±50	4670	700	7000	350	5000	240	555 x 555 x 179	495 x 595	333	555	495	60	18	4	50
TSL 8000/800±50	5340	800	8000	400	5720	270	570 x 570 x 187	520 x 620	372	570	520	60	20	4	50
TSL 9000/900±50	6000	900	9000	450	6430	300	630 x 630 x 178	570 x 670	436	630	570	70	19	4	60
TSL 10000/1000±50	6670	1000	10000	500	7150	340	665 x 665 x 187	595 x 695	499	665	595	70	21	4	60
TSL 11000/1100±50	7340	1100	11000	550	7860	370	685 x 685 x 201	615 x 715	571	685	615	70	22	4	60
TSL 12000/1200±50	8000	1200	12000	600	8580	400	740 x 740 x 191	660 x 760	624	740	660	80	21	4	60
TSL 13000/1300±50	8670	1300	13000	650	9290	440	725 x 725 x 209	655 x 755	672	725	655	80	23	4	70
TSL 14000/1400±50	9340	1400	14000	700	10000	470	760 x 760 x 210	675 x 775	724	760	675	80	24	4	70
TSL 15000/1500±50	10000	1500	15000	750	10720	500	835 x 835 x 205	735 x 835	849	835	735	90	23	4	70
TSL 16000/1600±50	10670	1600	16000	800	11430	540	845 x 845 x 215	755 x 855	923	845	755	90	24	4	70
TSL 17000/1700±50	11340	1700	17000	850	12150	570	850 x 850 x 223	755 x 855	957	850	755	90	26	4	70
TSL 18000/1800±50	12000	1800	18000	900	12860	600	895 x 895 x 232	785 x 885	1120	895	785	90	27	4	90
TSL 19000/1900±50	12670	1900	19000	950	13580	640	905 x 905 x 232	805 x 905	1156	905	805	100	26	4	90
TSL 20000/2000±50	13340	2000	20000	1000	14290	670	900 x 900 x 251	795 x 895	1212	900	795	100	27	4	90
TSL 22500/2250±50	15000	2250	22500	1125	16080	750	940 x 940 x 258	830 x 930	1357	940	830	100	29	4	90
TSL 25000/2500±50	16670	2500	25000	1250	17860	840	985 x 985 x 27278	870 x 970	1594	985	870	110	30	4	90
TSL 27500/2750±50	18340	2750	27500	1375	19650	920	1045 x 1045 x 280	925 x 1025	1811	1045	925	120	30	4	90
TSL 30000/3000±50	20000	3000	30000	1500	21430	1000	1185 x 1185 x 258	1030 x 1130	2117	1185	1030	120	32	4	100
TSL 32500/3250±50	21670	3250	32500	1625	23220	1090	1120 x 1120 x 297	995 x 1095	2217	1120	995	130	32	4	100
TSL 35000/3500±50	23340	3500	35000	1750	25000	1170	1245 x 1245 x 288	1090 x 1190	2633	1245	1090	130	34	4	100
TSL 37500/3750±50	25000	3750	37500	1875	26790	1250	1270 x 1270 x 307	1120 x 1220	2924	1270	1120	140	34	4	100
TSL 40000/4000±50	26670	4000	40000	2000	28580	1340	1315 x 1315 x 306	1145 x 1245	3094	1315	1145	140	36	4	100
TSL 45000/4500±50	30000	4500	45000	2250	32150	1500	1380 x 1380 x 315	1200 x 1300	3489	1380	1200	150	37	8	90
TSL 50000/5000±50	33340	5000	50000	2500	35720	1670	1445 x 1445 x 343	1255 x 1355	4146	1445	1255	160	39	8	90
TSL 55000/5500±50	36670	5500	55000	2750	39290	1840	1500 x 1500 x 353	1300 x 1400	4550	1500	1300	180	38	8	90
TSL 60000/6000±50	40000	6000	60000	3000	42860	2000	1640 x 1640 x 340	1415 x 1515	5304	1640	1415	190	39	8	100
TSL 65000/6500±50	43340	6500	65000	3250	46430	2170	1620 x 1620 x 390	1385 x 1485	5817	1620	1385	190	44	8	100
TSL 70000/7000±50	46670	7000	70000	3500	50000	2340	1670 x 1670 x 409	1425 x 1525	6441	1670	1425	200	45	8	100
TSL 75000/7500±50	50000	7500	75000	3750	53580	2500	1720 x 1720 x 419	1465 x 1565	6946	1720	1465	210	45	8	100
TSL 80000/8000±50	53340	8000	80000	4000	57150	2670	1860 x 1860 x 396	1580 x 1680	7695	1860	1580	210	48	8	100
TSL 90000/9000±50	60000	9000	90000	4500	64290	3000	1855 x 1855 x 475	1580 x 1680	9138	1855	1580	230	49	8	120
TSL 100000/10000±50	66670	10000	100000	5000	71430	3340	2030 x 2030 x 472	1735 x 1835	10965	2030	1735	240	52	8	120

TSL ELEVADO

APOYOS TENS SPHERICAL CON DESLIZAMIENTO GUIADO $V_{Sd-SEISM} / N_{Sd-ELU} = 30\%$

APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELU		COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELS		DIMENSIONES	DIMENSIONES DE LA PLACA DESLIZANTE	PESO NETO (EXCLUYENDO PERNOS)	DIÁMETRO DE LA CAZOLETA	DIÁMETRO DE LA PLACA CONCAVA	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	PROTRUSIÓN DEL PIN	PERNOS INFERIORES	
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	$V_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	V_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-ELS} (kN)	V_{Sd-ELS} (kN)									$D' \times D' \times H_{tot}$ (mm)
TSL 500/150±50	340	150	500	75	360	50	235 x 235 x 119	210 x 310	43	235	190	30	11	4	30
TSL 1000/300±50	670	300	1000	150	720	100	295 x 295 x 133	265 x 365	76	295	250	40	13	4	30
TSL 1500/450±50	1000	450	1500	225	1080	150	330 x 330 x 145	305 x 405	105	330	285	50	15	4	40
TSL 2000/600±50	1340	600	2000	300	1430	200	355 x 355 x 159	335 x 435	136	355	315	60	16	4	50
TSL 2500/750±50	1670	750	2500	375	1790	250	385 x 385 x 157	360 x 460	156	385	340	60	19	4	50
TSL 3000/900±50	2000	900	3000	450	2150	300	415 x 415 x 166	385 x 485	193	415	365	70	19	4	60
TSL 3500/1050±50	2340	1050	3500	525	2500	350	495 x 495 x 156	420 x 520	236	495	420	70	21	4	60
TSL 4000/1200±50	2670	1200	4000	600	2860	400	500 x 500 x 193	440 x 540	304	500	420	80	21	4	60
TSL 4500/1350±50	3000	1350	4500	675	3220	450	545 x 545 x 193	460 x 560	357	545	455	80	23	4	70
TSL 5000/1500±50	3340	1500	5000	750	3580	500	545 x 545 x 204	480 x 580	384	545	460	90	23	4	70
TSL 6000/1800±50	4000	1800	6000	900	4290	600	590 x 590 x 232	520 x 620	524	590	500	90	27	4	90
TSL 7000/2100±50	4670	2100	7000	1050	5000	700	660 x 660 x 232	560 x 660	613	660	540	100	28	4	90
TSL 8000/2400±50	5340	2400	8000	1200	5720	800	695 x 695 x 241	590 x 690	692	695	570	110	29	4	90
TSL 9000/2700±50	6000	2700	9000	1350	6430	900	775 x 775 x 241	610 x 710	790	775	600	120	29	4	90
TSL 10000/3000±50	6670	3000	10000	1500	7150	1000	805 x 805 x 250	655 x 755	934	805	635	120	32	4	100
TSL 11000/3300±50	7340	3300	11000	1650	7860	1100	800 x 800 x 258	680 x 780	998	800	660	130	32	4	100
TSL 12000/3600±50	8000	3600	12000	1800	8580	1200	905 x 905 x 249	700 x 800	1100	905	690	130	35	4	100
TSL 13000/3900±50	8670	3900	13000	1950	9290	1300	895 x 895 x 268	725 x 825	1213	895	705	140	35	4	100
TSL 14000/4200±50	9340	4200	14000	2100	10000	1400	965 x 965 x 268	755 x 855	1361	965	735	140	37	4	100
TSL 15000/4500±50	10000	4500	15000	2250	10720	1500	970 x 970 x 277	780 x 880	1471	970	760	150	37	8	90
TSL 16000/4800±50	10670	4800	16000	2400	11430	1600	1005 x 1005 x 275	800 x 900	1549	1005	780	150	39	8	90
TSL 17000/5100±50	11340	5100	17000	2550	12150	1700	1015 x 1015 x 304	825 x 925	1762	1015	805	160	39	8	90
TSL 18000/5400±50	12000	5400	18000	2700	12860	1800	1065 x 1065 x 315	855 x 955	1982	1065	835	160	43	8	90
TSL 19000/5700±50	12670	5700	19000	2850	13580	1900	1100 x 1100 x 324	875 x 975	2172	1100	855	180	41	8	100
TSL 20000/6000±50	13340	6000	20000	3000	14290	2000	1140 x 1140 x 314	890 x 990	2208	1140	870	190	40	8	100
TSL 22500/6300±50	15000	6300	22500	3150	16080	2100	1170 x 1170 x 341	930 x 1030	2556	1170	910	190	42	8	100
TSL 25000/6600±50	16670	6600	25000	3300	17860	2200	1200 x 1200 x 341	960 x 1060	2689	1200	940	190	44	8	100
TSL 27500/6900±50	18340	6900	27500	3450	19650	2300	1260 x 1260 x 349	995 x 1095	2959	1260	975	200	44	8	100
TSL 30000/7200±50	20000	7200	30000	3600	21430	2400	1385 x 1385 x 328	1035 x 1135	3202	1385	1035	200	45	8	100
TSL 32500/7500±50	21670	7500	32500	3750	23220	2500	1400 x 1400 x 348	1065 x 1165	3507	1400	1065	210	45	8	100
TSL 35000/7800±50	23340	7800	35000	3900	25000	2600	1455 x 1455 x 357	1095 x 1195	3847	1455	1095	210	47	8	100
TSL 37500/8200±50	25000	8200	37500	4100	26790	2740	1470 x 1470 x 377	1120 x 1220	4173	1470	1120	220	47	8	100
TSL 40000/8600±50	26670	8600	40000	4300	28580	2870	1530 x 1530 x 386	1150 x 1250	4616	1530	1150	220	49	8	120
TSL 45000/9000±50	30000	9000	45000	4500	32150	3000	1580 x 1580 x 394	1205 x 1305	5051	1580	1205	230	49	8	120
TSL 50000/10000±50	33340	10000	50000	5000	35720	3340	1665 x 1665 x 413	1260 x 1360	5792	1665	1260	240	52	8	120
TSL 55000/11000±50	36670	11000	55000	5500	39290	3670	1740 x 1740 x 442	1330 x 1430	6675	1740	1310	250	54	12	100
TSL 60000/12000±50	40000	12000	60000	6000	42860	4000	1795 x 1795 x 460	1380 x 1480	7448	1795	1360	260	57	12	100
TSL 65000/13000±50	43340	13000	65000	6500	46430	4340	1875 x 1875 x 480	1445 x 1545	8596	1875	1425	270	59	8	130
TSL 70000/14000±50	46670	14000	70000	7000	50000	4670	1925 x 1925 x 497	1490 x 1590	9297	1925	1470	280	61	14	100
TSL 75000/15000±50	50000	15000	75000	7500	53580	5000	2065 x 2065 x 495	1550 x 1650	10483	2065	1550	290	63	12	120
TSL 80000/16000±50	53340	16000	80000	8000	57150	5340	2125 x 2125 x 506	1595 x 1695	11235	2125	1590	300	65	16	100
TSL 90000/17000±50	60000	17000	90000	8500	64290	5670	2225 x 2225 x 531	1670 x 1770	12924	2225	1670	310	66	16	100
TSL 100000/18000±50	66670	18000	100000	9000	71430	6000	2275 x 2275 x 559	1740 x 1840	14465	2275	1740	320	68	14	120

TSM

APOYOS TENS SPHERICAL CON DESLIZAMIENTO LIBRE $V_{Sd-SEISM}/N_{Sd-ELU}=10\%$

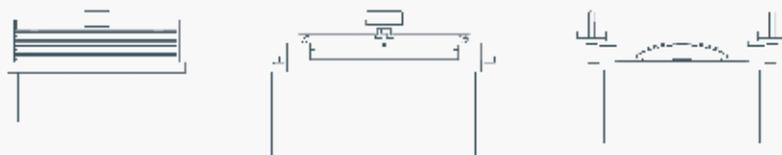
APOYO	COMBINACIÓN SÍSMICA ELU	COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELU	COMBINACIÓN DE CARGAS EN ELS	DIMENSIONES	DIMENSIONES DE LA PLACA DESLIZANTE	PESO NETO (EXCLUYENDO PERNOS)	DIÁMETRO DE LA PLACA CONCAVA	DIÁMETRO DEL PERNO TIPO PIN	PROTRUSIÓN DEL PIN	Nº	PERNOS INFERIORES
	$N_{Sd-Seism}$ (kN)	N_{Sd-ELU} (kN)	N_{Sd-ELS} (kN)								
TSM 500/±50/±20	340	500	360	155 x 155 x 77	230 x 290	21	155	30	6	2	30
TSM 1000/±50/±20	670	1000	720	195 x 195 x 84	270 x 330	31	195	30	6	2	30
TSM 1500/±50/±20	1000	1500	1080	240 x 240 x 78	325 x 385	43	240	30	7	2	30
TSM 2000/±50/±20	1340	2000	1430	265 x 265 x 80	350 x 410	50	265	30	7	2	30
TSM 2500/±50/±20	1670	2500	1790	290 x 290 x 91	375 x 435	68	290	30	7	2	30
TSM 3000/±50/±20	2000	3000	2150	325 x 325 x 85	420 x 480	80	325	30	8	2	30
TSM 3500/±50/±20	2340	3500	2500	330 x 330 x 99	415 x 475	90	330	30	8	2	30
TSM 4000/±50/±20	2670	4000	2860	350 x 350 x 105	435 x 495	103	350	30	8	2	30
TSM 4500/±50/±20	3000	4500	3220	380 x 380 x 103	475 x 535	125	380	30	9	2	30
TSM 5000/±50/±20	3340	5000	3580	395 x 395 x 101	490 x 550	132	395	30	9	2	30
TSM 6000/±50/±20	4000	6000	4290	425 x 425 x 106	520 x 580	155	425	30	10	2	30
TSM 7000/±50/±20	4670	7000	5000	465 x 465 x 109	565 x 625	195	465	30	10	2	30
TSM 8000/±50/±20	5340	8000	5720	490 x 490 x 111	590 x 650	216	490	30	11	2	30
TSM 9000/±50/±20	6000	9000	6430	515 x 515 x 117	615 x 675	247	515	30	12	2	30
TSM 10000/±50/±20	6670	10000	7150	565 x 565 x 111	685 x 745	297	565	30	12	2	40
TSM 11000/±50/±20	7340	11000	7860	575 x 575 x 123	685 x 745	327	575	40	11	2	40
TSM 12000/±50/±20	8000	12000	8580	595 x 595 x 130	705 x 765	363	595	40	12	2	40
TSM 13000/±50/±20	8670	13000	9290	630 x 630 x 123	745 x 805	399	630	40	12	2	40
TSM 14000/±50/±20	9340	14000	10000	635 x 635 x 135	745 x 805	430	635	40	13	2	40
TSM 15000/±50/±20	10000	15000	10720	665 x 665 x 134	780 x 840	469	665	40	13	2	50
TSM 16000/±50/±20	10670	16000	11430	680 x 680 x 137	795 x 855	497	680	40	14	2	50
TSM 17000/±50/±20	11340	17000	12150	695 x 695 x 140	810 x 870	539	695	40	14	2	50
TSM 18000/±50/±20	12000	18000	12860	715 x 715 x 152	830 x 890	606	715	40	15	2	50
TSM 19000/±50/±20	12670	19000	13580	735 x 735 x 149	850 x 910	628	735	40	15	2	50
TSM 20000/±50/±20	13340	20000	14290	785 x 785 x 138	925 x 985	700	785	50	14	2	50
TSM 22500/±50/±20	15000	22500	16080	825 x 825 x 149	965 x 1025	814	825	50	15	2	60
TSM 25000/±50/±20	16670	25000	17860	860 x 860 x 15155	1000 x 1060	943	860	50	16	2	60
TSM 27500/±50/±20	18340	27500	19650	880 x 880 x 17176	970 x 1030	986	880	50	17	2	60
TSM 30000/±50/±20	20000	30000	21430	930 x 930 x 172	1070 x 1130	1176	930	60	16	2	60
TSM 32500/±50/±20	21670	32500	23220	960 x 960 x 17179	1100 x 1160	1282	960	60	17	2	60
TSM 35000/±50/±20	23340	35000	25000	1000 x 1000 x 175	1130 x 1190	1341	1000	60	18	4	50
TSM 37500/±50/±20	25000	37500	26790	1065 x 1065 x 185	1235 x 1295	1689	1065	60	19	4	50
TSM 40000/±50/±20	26670	40000	28580	1090 x 1090 x 183	1260 x 1320	1742	1090	60	19	4	50
TSM 45000/±50/±20	30000	45000	32150	1150 x 1150 x 196	1320 x 1380	2039	1150	70	19	4	60
TSM 50000/±50/±20	33340	50000	35720	1200 x 1200 x 222	1295 x 1355	2282	1200	70	20	4	60
TSM 55000/±50/±20	36670	55000	39290	1260 x 1260 x 216	1415 x 1475	2628	1260	70	22	4	60
TSM 60000/±50/±20	40000	60000	42860	1320 x 1320 x 220	1460 x 1520	2867	1320	80	21	4	60
TSM 65000/±50/±20	43340	65000	46430	1375 x 1375 x 235	1500 x 1560	3224	1375	80	23	4	60
TSM 70000/±50/±20	46670	70000	50000	1430 x 1430 x 249	1535 x 1595	3685	1430	80	24	4	70
TSM 75000/±50/±20	50000	75000	53580	1480 x 1480 x 253	1585 x 1645	3973	1480	90	23	4	70
TSM 80000/±50/±20	53340	80000	57150	1530 x 1530 x 268	1620 x 1680	4395	1530	90	24	4	70
TSM 90000/±50/±20	60000	90000	64290	1625 x 1625 x 286	1700 x 1760	5279	1625	90	27	4	90
TSM 100000/±50/±20	66670	100000	71430	1715 x 1715 x 305	1770 x 1830	6104	1715	100	28	4	90



06

DISPOSICIONES GENERALES Y PRÁCTICAS

Una mirada a las normativas y procedimientos
de operación que garantizan la eficacia
de nuestros sistemas de apoyo



TRATAMIENTO ANTICORROSIÓN

Con el fin de garantizar el nivel necesario de protección contra los agentes atmosféricos, se prevé que los elementos de acero superen un ciclo protector de acuerdo con los requisitos de la norma EN 1337-9. En caso de que determinados proyectos o especificaciones exigieran un nivel de resistencia a la corrosión superior, se podría considerar un ciclo distinto conforme a la norma ISO 12944.

ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

Los apoyos deberán manipularse en todo momento con el máximo cuidado para evitar posibles daños (para su elevación, se recomienda usar una protección para evitar el contacto con eslingas, cadenas de acero u otros materiales).

Si los apoyos no se van a instalar inmediatamente tras su entrega en la obra, el cliente deberá almacenarlos apropiadamente y protegerlos contra golpes, humedad, fuentes de calor o cualquier otro elemento que no cumpla con los procedimientos de almacenaje de TENSA.

INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Según el protocolo estándar, la primera inspección deberá realizarse cuando se cumpla un año de la instalación. Las inspecciones posteriores deberán realizarse cada 5 años, excepto si se producen episodios sísmicos que afecten a la estructura. En tal caso será necesario realizar una inspección adicional. El formulario de inspección preparado por TENSA deberá rellenarse con detenimiento, y si se produjese cualquier desviación de los parámetros aceptables, el proveedor deberá ser informado de inmediato para realizar una verificación más precisa del apoyo. La inspección periódica permite evaluar si el apoyo se comporta de modo correcto (o incorrecto) en relación a la geometría resultante de las cargas activas. Asimismo, la inspección sirve para controlar el estado de la protección anticorrosión y para realizar posibles intervenciones con retoques localizados. Durante una inspección, deberán revisarse las siguientes propiedades:

- capacidad de movimiento residual suficiente, teniendo en cuenta la temperatura de la estructura;
- defectos visibles: fisuras, colocación incorrecta, deformaciones y movimientos inesperados;
- estado del sellado y de la fijación;
- estado de la protección anticorrosión, así como de las tapas y juntas antipolvo;
- estado de las superficies deslizantes;
- defectos visibles de las piezas estructurales adyacentes.

ANCLAJE

En lo concerniente a la elección de anclaje, deberá respetarse la norma EN 1337-1, en la que se indica que los apoyos deben estar unidos mecánicamente a la estructura en al menos una de las siguientes situaciones:

CASO I: Si la estructura está sujeta a tensiones dinámicas con posibles fluctuaciones de carga extrema —por ejemplo, en el caso de acción sísmica o en puentes de ferrocarril—, la fricción no debe ejercer resistencia frente a fuerzas laterales.

CASO II: Si la condición de no deslizamiento no ocurre en ELU, concretamente cuando no se comprueba la desigualdad siguiente:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

con

V_{Ed} = fuerza cortante de diseño

$V_{Rd} = \frac{\mu_k \cdot N_{Sd} + V_{pd}}{\gamma_\mu}$ = valor de diseño de la resistencia al cortante

donde

N_{Ed} = fuerza de diseño mínima que actúa perpendicularmente a la superficie de contacto

V_{pd} = resistencia de diseño de todos los dispositivos de sujeción mecánica

μ_k = valor característico del coeficiente de fricción (0,4 acero en acero, 0,6 acero en hormigón)

γ_μ = factor de seguridad parcial para la fricción (2,0 acero en acero, 1,2 acero en hormigón)

En dispositivos de apoyo con anclaje mecánico, las cargas laterales suelen transmitirse a la estructura mediante uno de los sistemas siguientes:

- Pernos. El esfuerzo cortante pasa directamente al perno utilizado. Esta solución minimiza la elevación de la estructura durante la sustitución;
- Espigas y tornillos empotrados. La sección resistente al esfuerzo cortante es la de las espigas y no la del perno; se puede transferir una fuerza superior si se limitan las dimensiones de las espigas y los pernos;
- Clavijas de acero. La sección resistente al esfuerzo cortante es la de la clavija. Donde se pueden usar, la instalación se realiza más rápidamente.



Apoyos TENS Spherical - Viaducto de línea ferroviaria, Oued Tlelat Tlemcem

Viaducto de línea ferroviaria, Oued Tlelat Tlemcem (Algeria)







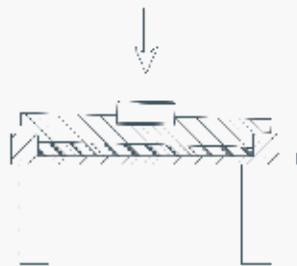
TENSA
GRUPPO DE ECCHER



07

CALIDAD Y ENSAYOS

Los procesos de prueba y control son fundamentales para garantizar la calidad y la eficacia de nuestros sistemas de apoyo



CALIDAD Y CONTROL

La fabricación de los apoyos se realiza conforme al sistema de calidad EN ISO 9001:2008 y a lo acordado con el contratista.

Todo el proceso de diseño y producción de un apoyo con marca CE (EN 1337-2, EN 1337-3, EN 1337-5, EN 1337-7) se controla mediante instrucciones de uso, planes de control de calidad y documentación de certificación de calidad (CPF, control de producción en fábrica). En particular, los controles sobre materias primas y los parámetros de producción y acabado garantizan que todos los productos entregados cumplen con la disposición en cuanto a las expectativas de rendimiento, calidad y durabilidad.

Además, TENSA se somete periódicamente a inspecciones realizadas por organismos de certificación independientes.

Para los productos fabricados bajo los requisitos de las normas EN 1337-3, EN 1337-5 y EN 1337-7, los apoyos van acompañados por la declaración de constancia de las prestaciones de acuerdo con el reglamento CPR 305/2011.

En el caso de productos que no dispongan de la marca CE, TENSA suministrará, junto con los apoyos, una declaración de conformidad con los requisitos normativos adoptados en el diseño y la fabricación.

MARCA CE Y OTRAS NORMAS

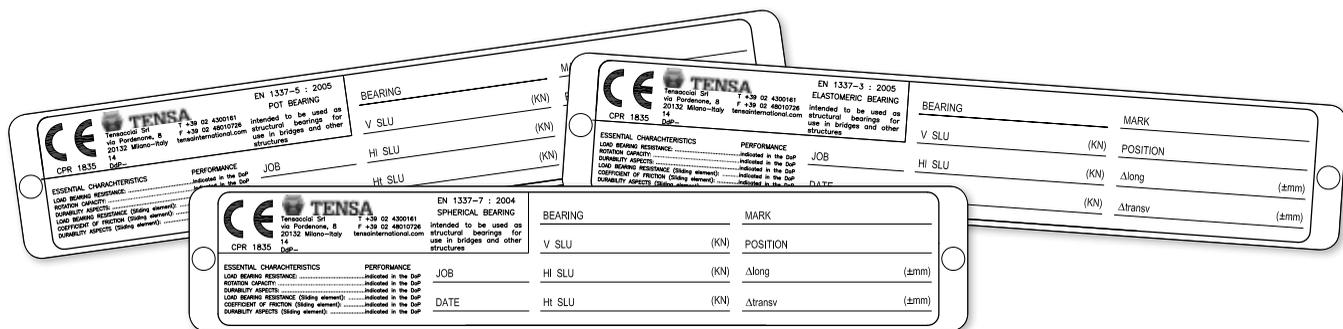
Para el mercado de la UE, TENSA diseña y fabrica los apoyos TR, TP y TS conforme a los decretos y la normativa EN 1337.



La trazabilidad y la información de todos los apoyos fabricados están siempre garantizadas.

Los apoyos cuentan con una placa de identificación de aluminio en la que constan las siguientes indicaciones:

- número de identificación del organismo de certificación;
- nombre o marca de identificación del fabricante;
- domicilio social del fabricante;
- los dos últimos dígitos del año en el que se obtuvo la certificación;
- número del certificado de conformidad;
- número de la declaración de constancia de las prestaciones;
- referencia a la norma europea en vigor;
- descripción del producto: nombre genérico, materiales, dimensiones y uso previsto.



Asimismo, TENSA puede diseñar y fabricar apoyos con arreglo a cualquier código internacional aplicable, como ASCE/SEI 7-10, AASHTO LRFD Bridge Design Specification, BS 5400, DIN 4141, SETRA, FEMA, etc., o bien conforme a unas especificaciones de proyecto concretas.

ENSAYOS Y LABORATORIO

Algunas normas (AASHTO LRFD, ASCE...) exigen pruebas experimentales de las propiedades y el desempeño del apoyo. La finalidad de las pruebas es garantizar la calidad de los apoyos fabricados. Las pruebas requeridas se pueden llevar a cabo en el laboratorio interno: TENSA dispone de los equipos, el personal y las competencias necesarias.

El laboratorio de TENSA está provisto de una serie de gatos con diferentes capacidades de carga y carrera. El equipo de pruebas tiene una capacidad de carga vertical de 35.000 kN, una capacidad de carga horizontal de 2000 kN y un desplazamiento de +/- 200 mm.

El departamento técnico se encarga de procesar los resultados mediante un software desarrollado ad hoc.



Prueba de rigidez de compresión en apoyo de caucho

Prueba de rigidez horizontal en apoyo de caucho





08

INSTALACIÓN Y SUSTITUCION

Los métodos de instalación se conciben desde las primeras fases del diseño del apoyo



PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN

Para la instalación de los apoyos, se recomienda ceñirse a lo estipulado por TENSA. Por lo general, los apoyos deben instalarse de acuerdo con la información indicada en ellos acerca de la dirección de instalación y los posibles ajustes previos.

Los apoyos siempre deben estar en posición horizontal. En el caso de tableros en pendiente, se recomienda contactar en cualquier caso con el departamento técnico de TENSA para encontrar la solución más adecuada con respecto a los requisitos de diseño (cuñas de acero, cuñas de resina, piezas de fundición, etc.).

Es bastante habitual el uso de sistemas de anclaje inferiores y superiores, desde pernos de anclaje de acero unidas al apoyo por medio de tornillos que permiten su sustitución, a pernos tipo pin ubicados bien en huecos dentro de la estructura o bien en placas de reparto colocadas de manera preventiva.

La unión con la estructura, si así lo permiten las regulaciones y el diseño, también puede realizarse mediante cimentación y adherencia con resina epoxi.

A continuación se enumeran los procedimientos de instalación más comunes:

INSTALACIÓN DEL APOYO EN UN PUENTE CON VIGAS PREFABRICADAS:

- Refuerzo del cabezal con la colocación de vainas (como las que se utilizan para el postensado) o poliestireno con el fin de dejar sitio para los pernos de anclaje.
- Hormigonado del cabezal.
- Colocación de apoyos por inserción de los pernos en los huecos.
- Colocación de la viga prefabricada (o viga de acero) y fijación del apoyo a la viga (la viga deberá contar en su interior con una placa de acero para sujetar el apoyo). En esta fase, la carga aún se encuentra en la grúa que se utiliza para mover la viga.
- Transferencia de la carga desde la grúa al apoyo.
- Relleno de los huecos de los pernos de anclaje con lechada de cemento.

EN LAS VIGAS DE ACERO ES HABITUAL AÑADIR UNA PLACA SUPERIOR, TAL Y COMO SE EXPLICA A CONTINUACIÓN:

- Refuerzo del cabezal con la colocación de vainas (como las que se utilizan en el postensado) o poliestireno a fin de dejar sitio para los pernos de anclaje.
- Hormigonado del cabezal.
- Colocación de los apoyos provistos con la placa superior previamente instalada e inserción de los pernos en los huecos del cabezal.
- Colocación de la viga metálica con transferencia de cargas a los apoyos.
- Relleno de los huecos de los pernos con lechada de cemento.
- Soldadura de la placa a la viga de acero.
- Barnizado para restaurar la protección contra la corrosión.

INSTALACIÓN DEL APOYO EN ESTRUCTURAS FUNDIDAS IN SITU:

- Refuerzo del cabezal con la colocación de vainas (como las utilizadas en el postensado) o poliestireno a fin de dejar sitio para los pernos de anclaje.
- Hormigonado del cabezal.
- Colocación e inserción de apoyos en los huecos destinados para ello.
- Montaje de encofrado y andamiaje.
- Hormigonado del tablero.
- Relleno de los huecos de los pernos de anclaje.

INSTALACIÓN DE APOYOS EN ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS SOBRE CUÑAS DE ACERO PROVISIONALES:

- Refuerzo del cabezal con la colocación de vainas (como las utilizadas en el postensado) o poliestireno a fin de dejar sitio para los pernos de anclaje.
- Hormigonado del cabezal unos centímetros por debajo del nivel de diseño.
- Colocación de una placa metálica inferior con pernos de anclaje, pero sin hormigonar.
- Realización o colocación del tablero sobre cuñas de acero provisionales en su nivel definitivo.
- Inserción y unión de los apoyos a la placa metálica inferior primero, y luego al tablero (para que el apoyo esté totalmente plano, se colocan cuñas de madera entre el cabezal y la viga).
- Preparación de un encofrado en el cabezal para proceder al relleno de los huecos de los pernos y la base del apoyo.
- Cuando la base haya alcanzado la resistencia de diseño mínima, la carga se puede transferir desde las cuñas de acero provisionales a los apoyos.

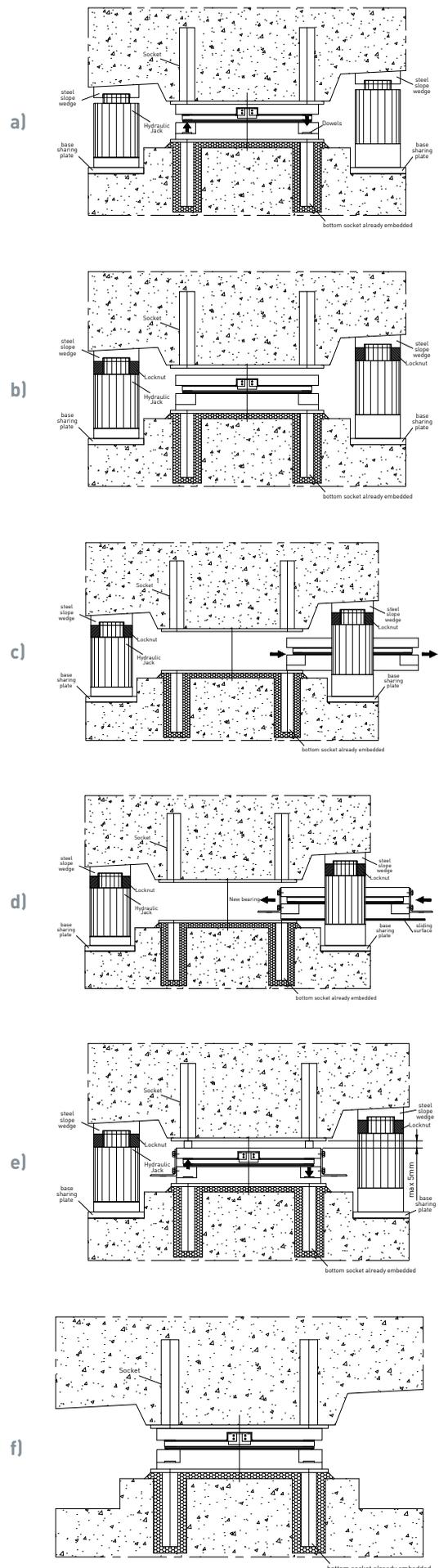
Una vez completada la instalación, deberán retirarse las placas de sujeción provisionales. El único propósito de dichas placas es mantener la protección del apoyo durante el desplazamiento, el transporte y la instalación.

SUSTITUCION

Para sustituir el apoyo, es necesario elevar el tablero. La elevación puede variar entre unos pocos milímetros y 3 o 4 centímetros, y dependerá del tipo de anclajes y del tipo de estructuras. Para elevar el tablero se utilizan gatos hidráulicos que se situarán según lo estipulado por el diseñador de las estructuras.

En una sustitución «estándar» de un apoyo con pernos inferiores y superiores, son necesarias las fases siguientes:

- Colocación de los gatos hidráulicos y los transductores de desplazamiento, y retirada de los pernos de los receptáculos superior e inferior.
- Elevación del tablero con control de movimientos para liberar el apoyo y bloqueo del gato por motivos de seguridad.
- Retirada del apoyo, limpieza de superficies y comprobación de horizontalidad perfecta.
- Colocación del nuevo apoyo utilizando para ello una superficie deslizante o similar para facilitar la instalación.
- Colocación de los anclajes superiores centrado los receptáculos insertados superiores, seguido de la colocación de los inferiores.
- Descarga de los gatos hasta que la transferencia de la carga vertical pase al nuevo apoyo, retirada de los gatos y de la fijación provisional del apoyo, y comprobación final de la estanqueidad de los pernos.



Jamal Abdul Nasser Street,
Kuwait City (Kuwait)



TENSA AROUND THE WORLD

TENSA HEADQUARTERS

TENSA - HEAD OFFICE
Via Pordenone, 8
20132 Milano - ITALY
T +39 02 4300161
F +39 02 48010726
mail@tensainternational.com

TENSA - ROME OFFICE
Via Cremona, 15b
00161 Roma - ITALY
T +39 06 8084621
F +39 06 8085427
mail@tensainternational.com

TENSA - WORKSHOP
Via Buttrio, 36
33050 Pozzuolo del Friuli (UD) - ITALY
T +39 0432 6071
mail@tensainternational.com

BRANCHES

TENSA AMERICA LLC
1111 Kane Concourse, S.te 200
Bay Harbor Island - 33154 FL
T +1 305 8669917
mail@tensaamerica.com
www.tensaamerica.com

TENSA INDIA
Private LTD, India
K-71, Lokmanya Pan Bazar,
Chunabhatti,
Mumbai 400021
M + 91 98 70793974
www.tensaindia.com

TENSA RUSSIA
5th Yamskogo Polya Street, 5
Bldg 1, 16th Floor
125040 Moscow
T +7 495 2300024
mail@tensarussia.com
www.tensarussia.com





TENSA PORTUGAL

Constr. Civil e Obras Publicas
Rua Eng. Frederico Ulrich, 3210-3
Sala 314
4470-605 Moreira da Maia
T +351 229416633
F +351 229415151
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA AUSTRALIA

Level 1, 488 Botany Road
Alexandria, NSW 2015
T +61 2 8332 6151
F +61 2 8332 6101
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com

TENSA MIDDLE EAST

RAKIA Business Center 5
Building A4, floor 12, office 1209
T +971 72432888
mail@tensainternational.com
www.tensainternational.com



TENSA

**Via Pordenone, 8
20132 Milano, Italy**

T +39 02 4300161

F +39 02 48010726

mail@tensainternational.com

www.tensainternational.com