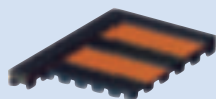
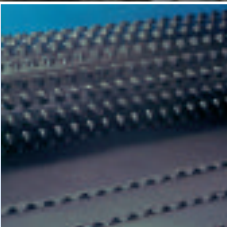


# Esteras de vía permanente USM®



*Esteras de vía permanente para reducción  
de trepidaciones y ruidos estructurales*

# Introducción

El tráfico ferroviario causa trepidaciones y ruidos principalmente por causa de:

- desvíos de circularidad de la rueda,
- puntos planos en las ruedas,
- estrías en los rieles,
- fallas en la alineación de los rieles,
- pasajes por cambios de vía y
- desigualdades en el subsuelo.

Las vibraciones provocadas así pueden causar interferencias en las gamas de frecuencia parcialmente diferenciadas, afectando personas, edificios y también instalaciones técnicas (véase figura 1).

En virtud de la densidad de urbanización en las proximidades de la vía permanente y, al mismo tiempo de la creciente necesidad de protección de las personas afectadas, los rieles que pasan por áreas urbanas deben ser equipados con dispositivos ecológicos adecuados. Sin esa protección, los terrenos y edificios adyacentes podrán perder valor.

Luego, en la planificación de un nuevo trecho de vía, se debe tener en cuenta también el futuro desarrollo de la urbanización a lo largo de la línea.

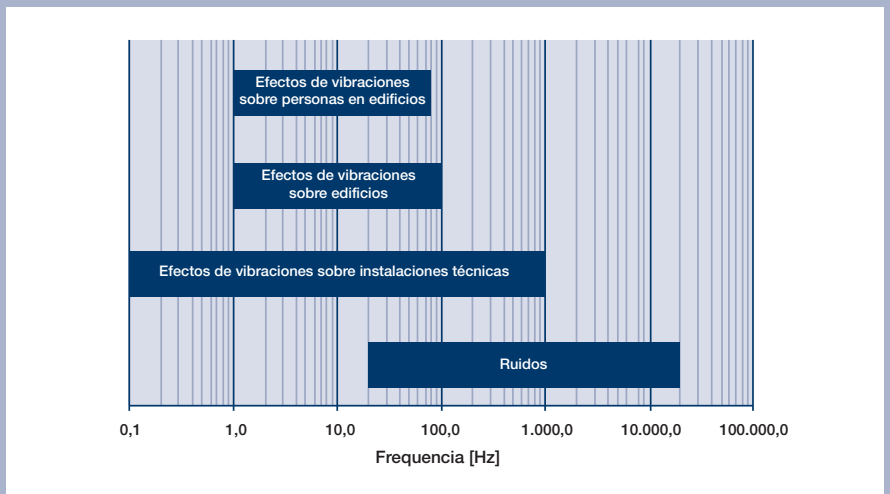
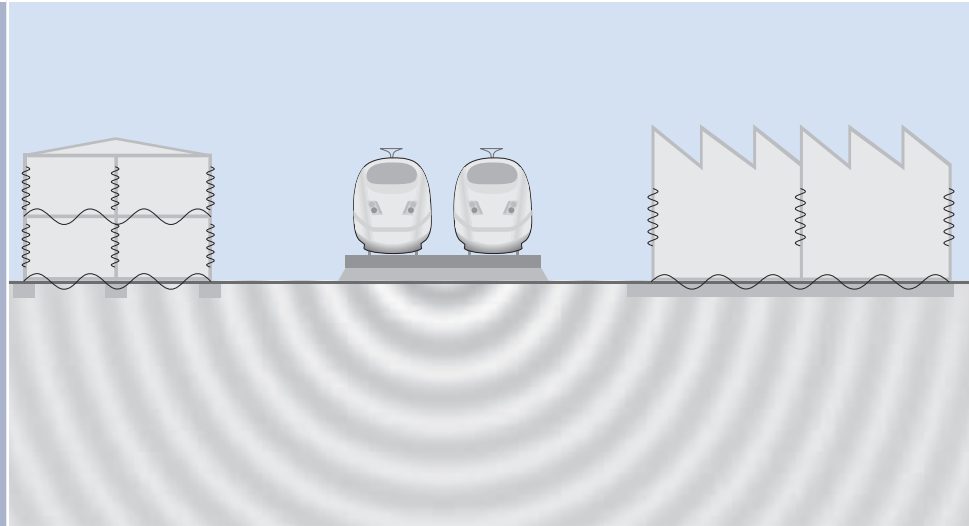


Figura 1: Bandas de frecuencia de diferentes efectos de vibraciones sobre personas, edificios e instalaciones

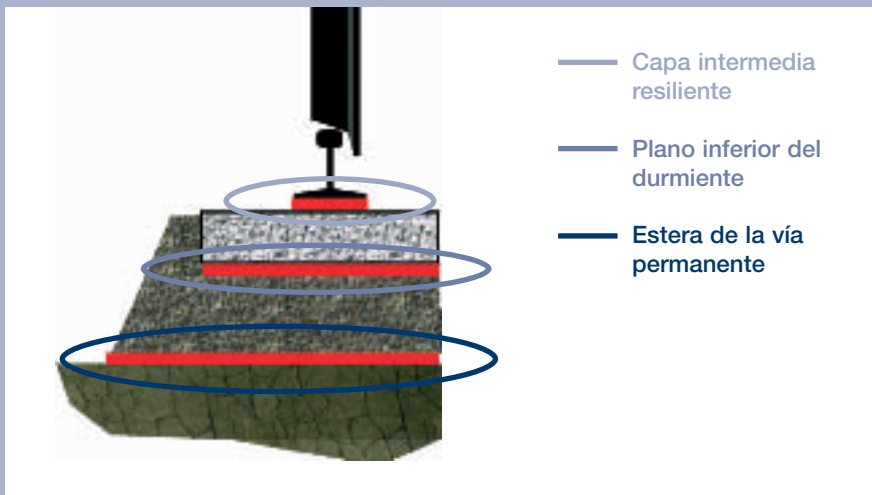


Figura 2: Disposición de elementos resilientes en la superestructura del balasto

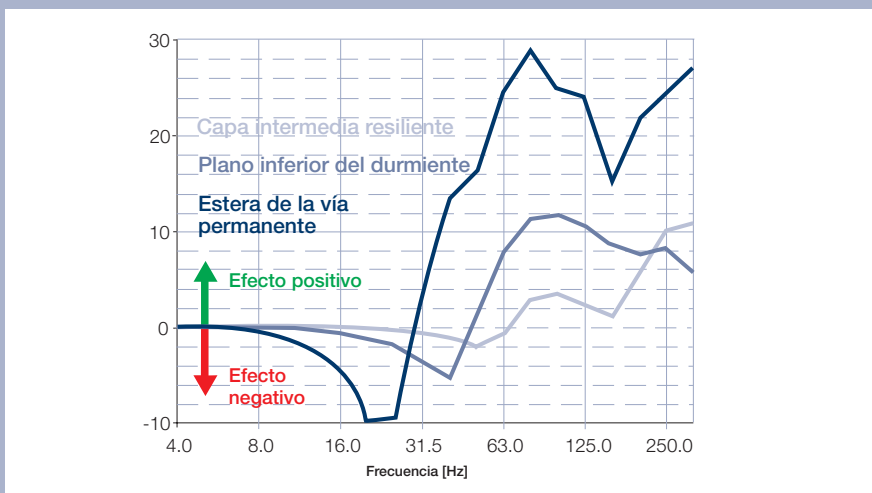


Figura 3: Amortiguación introducida de elementos resilientes en la superestructura del balasto

Esta es la fase en la que ya se deben planificar medidas para protección contra ruidos y vibraciones. La inclusión posterior en obras acabadas es mucho más onerosa. La efectiva protección contra vibraciones y ruidos se podrá obtener mediante una elección adecuada de elementos resilientes.

Las esteras de vía permanente USM® son productos elastoméricos de caucho natural y de caucho sintético de alta calidad, con los que se pueden aplicar medidas de protección altamente eficaces. Esas esteras proporcionan una reducción de las oscilaciones y vibraciones causadas por el tráfico ferroviario. Con su auxilio, las características de la superestructura son uniformizadas. La figura 2 esquematiza, para la superestructura del balasto, en qué niveles se pueden instalar elementos resilientes y la figura 3 muestra el desempeño (amortiguación introducida) de diferentes medidas de protección para determinadas situaciones. Casi siempre, los elementos de protección harán más efecto cuanto más alejados estén del contacto entre la rueda y el riel. En ese caso, la masa encima de la capa elástica aumenta y la frecuencia de ajuste del sistema se reduce.

# Observaciones de la planificación

Teniendo en cuenta la norma DIN 4150 – Trepidaciones en la ingeniería civil – la planificación determina los límites necesarios (velocidades admisibles de oscilaciones en función de la frecuencia) que deben ser mantenidos inferiores en los objetos a ser protegidos. Cálculos de pronósticos para la operación de trenes en nuevos trechos sin medidas de protección en la vía permanente muestran cuanto son sobrepasados los límites. En ese caso, se deben tener en cuenta las condiciones constructivas de las edificaciones adyacentes. Por los valores excedentes y por las bandas de frecuencia se llega a los valores requeridos para la medida de protección.

La figura 4 muestra un esquema comparativo del efecto de protección de las esteras de vía permanente USM® para superestructura de balasto y sistemas masa-muelle livianos con relación a losas de pisos edificios vecinos.

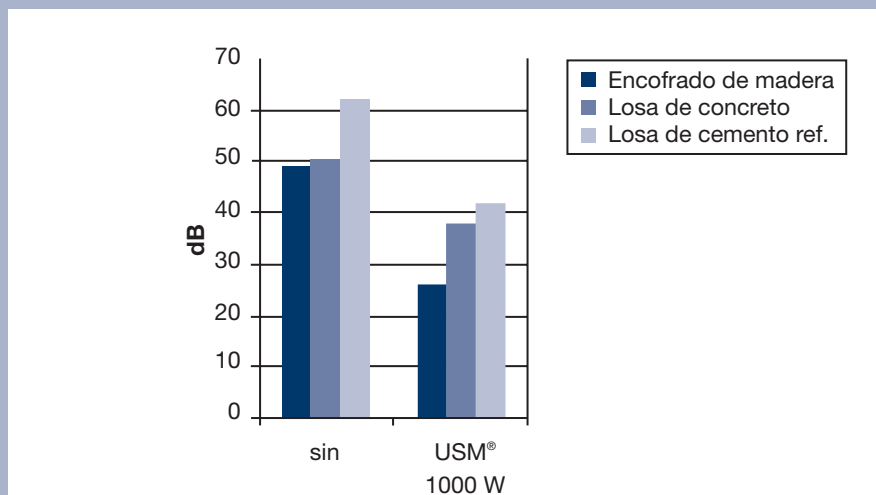


Figura 4: Efecto de las esteras de vía permanente sobre diferentes tipos de losas

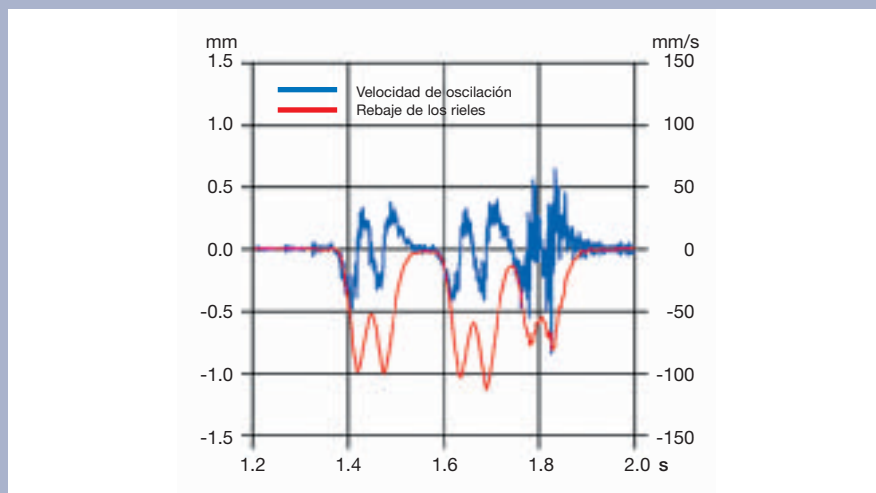


Figura 5: Ejemplo de medición de la velocidad de oscilación e del rebaje de los rieles en el paso de un tren



Para la selección de un sistema adecuado de protección, se debe tener en cuenta el sistema total vehículo-vía permanente. La elección de elementos resilientes sin un conocimiento exacto y detallado de la situación podrá dar resultados que más tarde no podrán ser más corregidos y que pueden causar un aumento de las emisiones. Se deben considerar las siguientes influencias:

- Características del vehículo
- Velocidad de marcha
- Forma de la superestructura
- Características de la infraestructura y propiedades del subsuelo
- Frecuencia característica requerida para el sistema

## Criterios de selección

# Áreas de aplicación

Las esteras de vía permanente USM® se aplican principalmente donde hay disponible una capa de soporte que se pueda cargar:

- Túneles
- Puentes
- En casos especiales, también trecho en superficie
- Trechos elevados

(Figuras 6-9)

En principio, en puentes de concreto siempre se debe instalar una estera de vía permanente para protección del balasto. En el caso de puentes metálicos, existe la necesidad de una estera de vía permanente para reducir la propagación del sonido. Las esteras de vía permanente USM® son apropiadas para las formas de superestructura descritas a continuación.

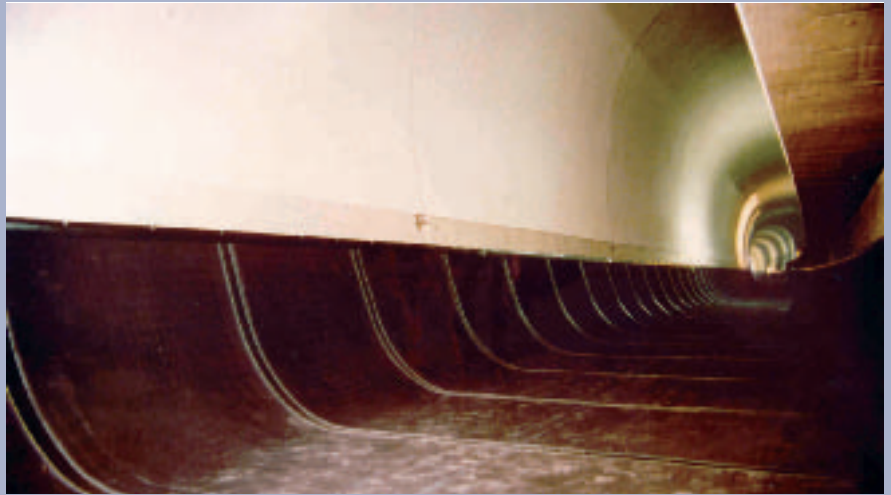


Figura 6: Esteras de vía permanente USM® en el túnel antes de la aplicación del balasto



Figura 7: Esteras de vía permanente USM® sobre puente de concreto colocadas antes de la aplicación del balasto



Figura 8: Esteras de vía permanente USM® en vía corrida bajo losa de concreto



Figura 9: Vía elevada con estereras de vía permanente USM® instaladas

Además de la reducción de las emisiones de vibraciones, la colocación de estereras de vía permanente por debajo del balasto todavía ofrece otras ventajas:

- Disminución de la sollicitación del balasto (la energía introducida en el lecho ferroviario es convertida en los elementos resilientes y no lleva a la destrucción del balasto)
- Estabilidad de vía por más tiempo
- Reducción de los esfuerzos dinámicos de la rueda
- Reducción de la sollicitación de los rieles y de los vehículos
- Posible disminución del espesor del balasto (luego, menos peso, lo que es principalmente importante en puentes)
- Reducción de los costos de mantenimiento de la vía permanente
- No hay necesidad de cambios en vista de la alta durabilidad
- Vida útil mínima esperada 60 años (= Vida útil esperada para la superestructura)

## Superestructura con balasto

# Superestructura sin balasto

## (vía permanente con fijación directa)

En los últimos años, el balasto como superestructura convencional ha sido substituido cada vez más por los más variados tipos de vía permanente con fijación directa. La ventaja de este sistema es un bajo mantenimiento, y la desventaja, la elevada rigidez de la vía. Principalmente en puentes, esto puede convertirse en altos índices de emisión de ruidos y vibraciones (figura 10).

Las esteras de vía permanente son colocadas sobre el concreto, sirviendo de cajón perdido. Ese tipo de construcción es denominado sistema masa-muelle «liviano» (figura 11). La colocación del elemento resiliente aumenta la elasticidad de la vía permanente y reduce las emisiones de ruidos y vibraciones considerablemente. En forma análoga, todavía hay que sumarle las ventajas citadas en el párrafo anterior.



Figura 10: Puente arriostrado sobre el Río Pinheiros en San Pablo (Brasil)



Figura 11: Sistema masa-muelle «liviano» desmoldeado con esteras de vía permanente USM®

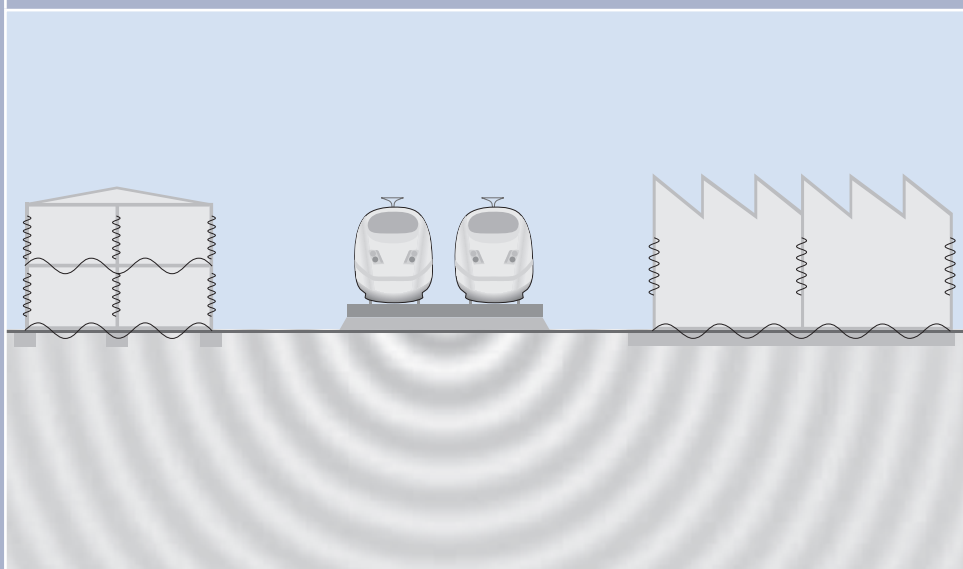




Figura 12: Sistema masa-muelle liviano con esteras de vía permanente USM® en las vías en calles

En el caso que sea necesario proveer una protección todavía mayor, o si el cliente desea que los elementos resilientes sean sustituibles, será aplicado un sistema de –masa-muelle denominado «pesado». En ese caso, un elemento constructivo pesado de concreto (con o sin balasto) es asentado sobre apoyos discretos de elastómeros. Para mayores informaciones al respecto, consulte nuestro Resumen de Productos «Apoyos resilientes para sistemas masa muelle MFS».

Los edificios localizados en las proximidades de vías férreas están sujetos a efectos de trepidaciones. La colocación de esteras resilientes en esos edificios asegura una protección eficaz. Las esteras pueden ser instaladas, por ejemplo, debajo de las placas de las fundaciones o debajo de la losa del piso inferior, siempre que el subsuelo sea suficientemente rígido. En ese último caso, casi siempre las paredes laterales también precisan ser revestidas por esteras para dar una protección suficiente al edificio.



## Sistema masa-muelle pesado y apoyo resiliente de edificios

# Programa de Suministro

## Generalidades

Desde 1977, las esteras de vía permanente USM® reciben la aprobación mundial. En más de 100 ciudades, fueron ejecutados proyectos con más de 700.000 m<sup>2</sup> de esas esteras. En virtud de la diversidad de los productos disponibles, siempre podrá ser ofrecida una solución específica para prácticamente todos los problemas relacionados a la técnica de vibraciones y trepidaciones.

Con la ayuda de un programa de pronósticos para determinación de la amortiguación introducida que, comprobadamente, suministra resultados muy próximos de la realidad, Calenberg Ingenieure tiene la posibilidad de seleccionar el producto ideal para el proyecto en cuestión. Si es necesario, los cálculos correspondientes serán efectuados en forma de prestación de servicios. Además de la orientación técnica para la aplicación, también pueden ser ofrecida la capacitación del personal de colocación de las esteras y la supervisión de la colocación en el lugar, respectivamente.

## Características de las esteras de vía permanente USM®:

- Elevada amortiguación de ruidos estructurales
- Reducción de la sollicitación de componentes de la vía y de los vehículos
- Reducción de la formación de estrías en los rieles
- Baja rigidez dinámica
- Excelentes propiedades de aislamiento eléctrico

- Modificable para casos especiales de aplicación
- Excelente durabilidad y resistencia a la intemperie

El programa de suministros de las esteras de vía permanente USM® abarca diversos productos de tres series de tipos con diferentes grados de rigidez (véase figura 13) para aplicación en tranvías, metros, trenes suburbanos y trenes con trocha convencional.

Tipo de estera	Ancho [mm]	Peso [kg/m <sup>2</sup> ]	Espesor [mm]	Módulo de reacción [N/mm <sup>3</sup> ]
USM® G-1015	1400	14,0	15	0,100
USM® G-1023	1400	18,5	23	0,060
USM® G-1027	1400	22,0	27	0,030
USM® G-1032	1400	26,0	32	0,024
USM® 1000 W	1536	14,0	30	0,019
USM® 2020	1536	13,0	27	0,020
USM® 2025	1536	13,0	27	0,025
USM® 2030	1536	13,0	27	0,030
USM® 3000	1536	13,0	27	0,046
USM® 4010	1554	11,0	14	0,100
USM® 4015	1554	11,0	14	0,150

Figura 13: Datos técnicos de las esteras de vía permanente

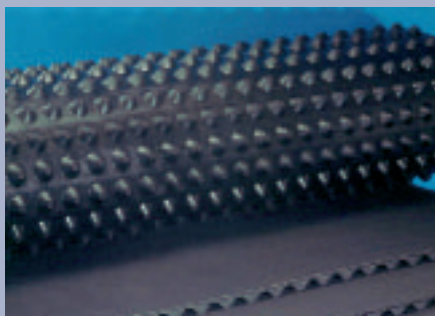


Figura 14: Serie USM® 1000, 2000, 3000

### Serie USM® 1000, 2000, 3000

Las esteras de esas series están caracterizadas por elementos de muelles en forma de conos truncados colocados en la superficie inferior. Esa composición ofrece las siguientes ventajas:

- posibilita el drenaje bajo la estera
- Evita la formación de agua condensada en la superficie inferior de la estera por estar suficientemente ventilada

Las esteras de vía permanente USM® corresponden a las Condiciones Técnicas de Suministro TL 91 80 71 de Deutsche Bahn AG [Ferrocarriles Alemanes]. Son sometidas al control de calidad normativo que garantiza la calidad permanente y son producidas mediante aplicación del sistema de garantía de calidad conforme la norma alemana DIN EM ISO 9001.

Las esteras de vía permanente USM® fueron probadas y aprobadas en los siguientes institutos tecnológicos de ensayos, entre otros:

- TU München
- TU Berlin
- RWTH Aachen
- DB VersA München
- TÜV Rheinland
- SNCF
- Hoechst AG
- Müller-BBM
- EMPA/Schweiz

Pueden ser solicitados por pedido, los informes de ensayos y la ficha técnica de cada uno de los tipos de esteras.

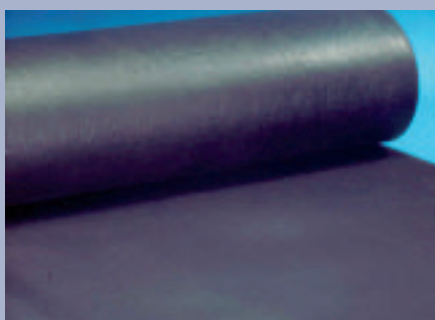


Figura 15: Serie USM® G-1000

### Serie USM® G-1000

Las esteras de vía permanente de esa serie están provistas de una capa aislante de granulados unidos de goma, además de tener, en ambos lados, una capa de protección de cloropreno resistente al desgaste, que protege a la capa aislante de eventuales daños mecánicos, como por ejemplo del balasto.

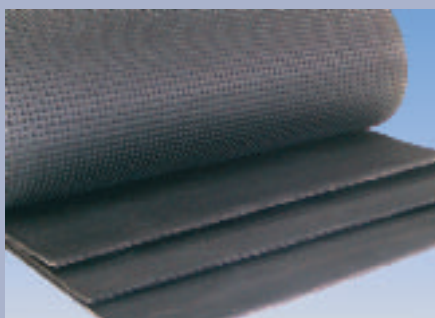


Figura 16: Serie USM® 4000

### Serie USM® 4000

Ese tipo de estera perfilada fue desarrollada especialmente para la aplicación en trechos donde ocurren altas velocidades.

## Certificados de calificación

Las figuras 17 y 18 muestran, a título de ejemplo, la reducción en función de la frecuencia de las velocidades de oscilaciones cuando son aplicadas esteras de vía permanente USM® G-1023 y USM® 1000 W, respectivamente, en comparación con la superestructura de balasto convencional sin estera de vía permanente.

Las esteras de vía permanente Calenberg están legalmente registradas con una patente internacional. USM® es una marca registrada de Calenberg Ingenieure GmbH.

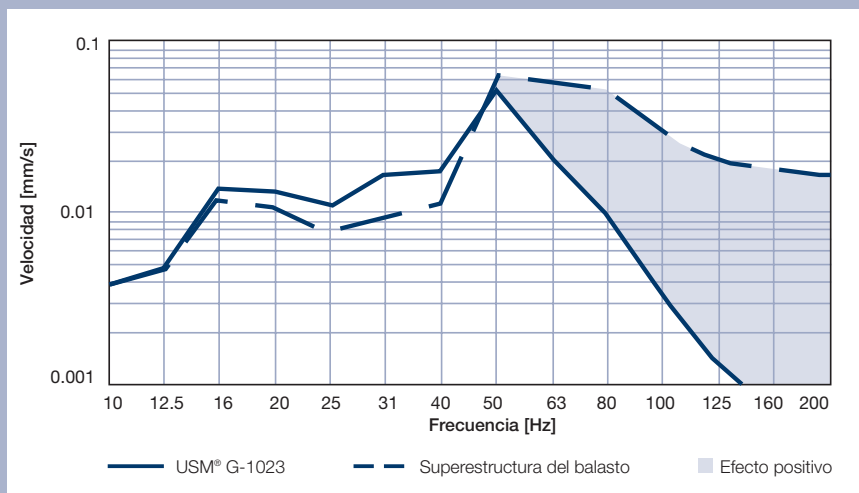


Figura 17: Efecto de USM® G-1023

El contenido de este impreso resulta de un amplio estudio y de experiencias técnicas prácticas. Todos los datos e indicaciones se basan en un conocimiento actualizado, no representan una aseveración de propiedades y no liberan al usuario de la verificación propia, también con relación a los derechos de terceros. La orientación de este impreso excluye la responsabilidad por indemnizaciones, no importa de que tipo o con base en que ley. Queda reservado el derecho de alteraciones técnicas en el ámbito del desarrollo del producto.

### Calenberg Ingenieure, planmäßig elastisch lagern GmbH

Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf  
Tel. +49 (0) 5153/94 00-0  
Fax +49 (0) 5153/9400-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
www.calenberg-ingenieure.de

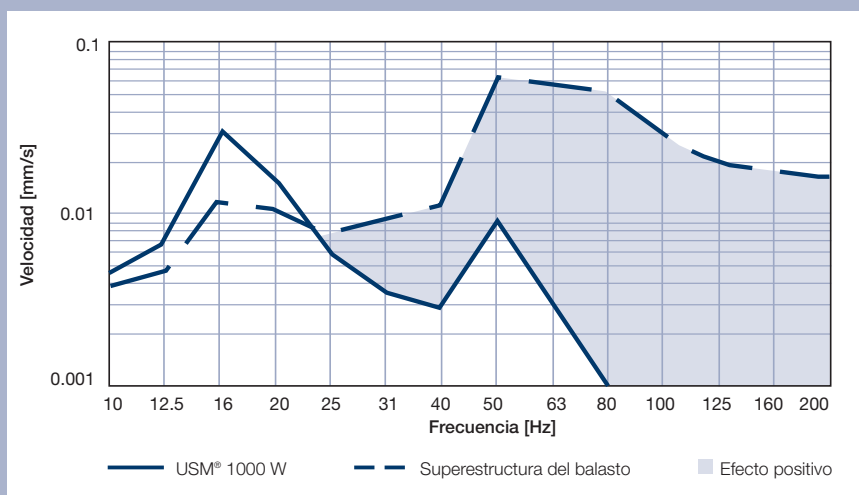


Figura 18: Efecto de USM® 1000 W