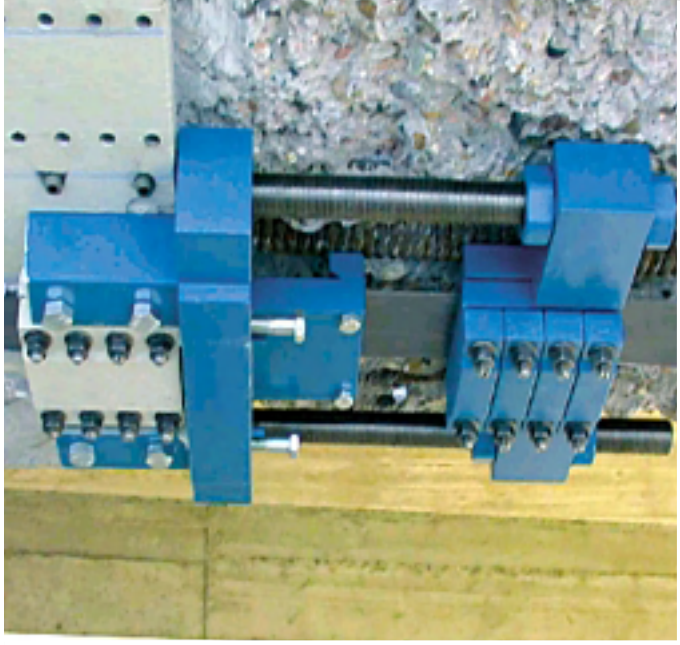
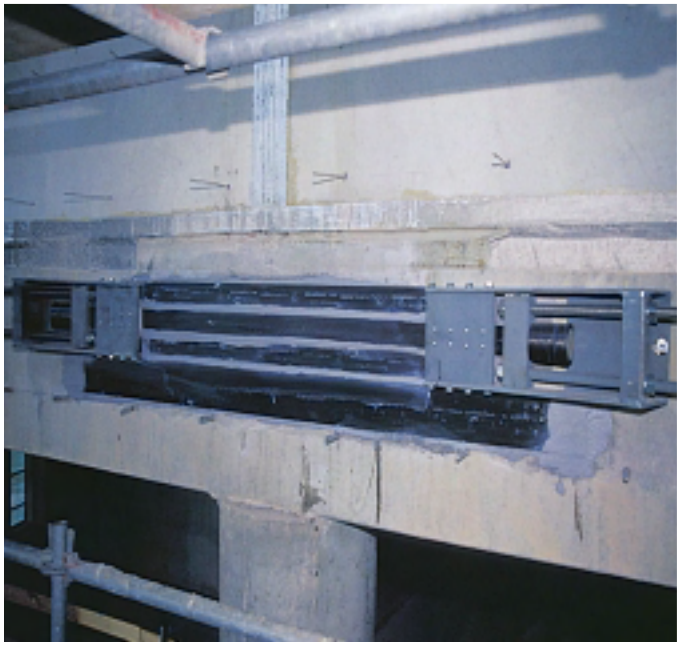
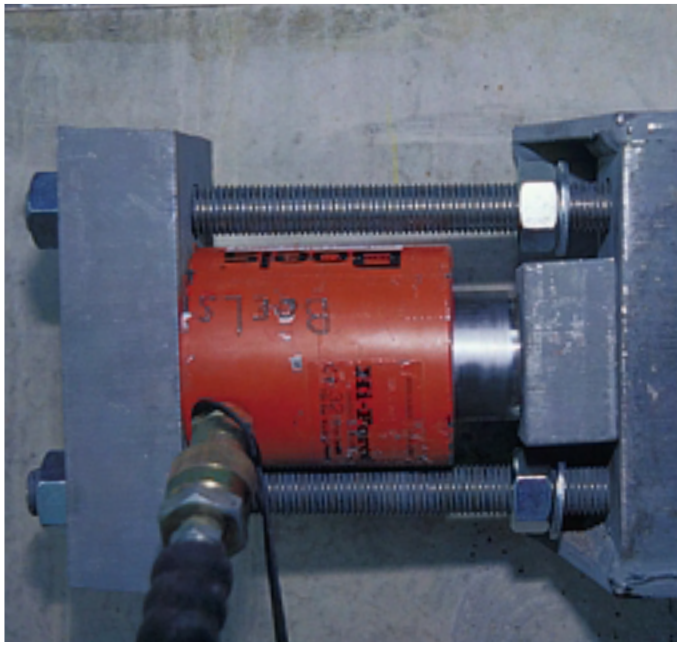
Construcción

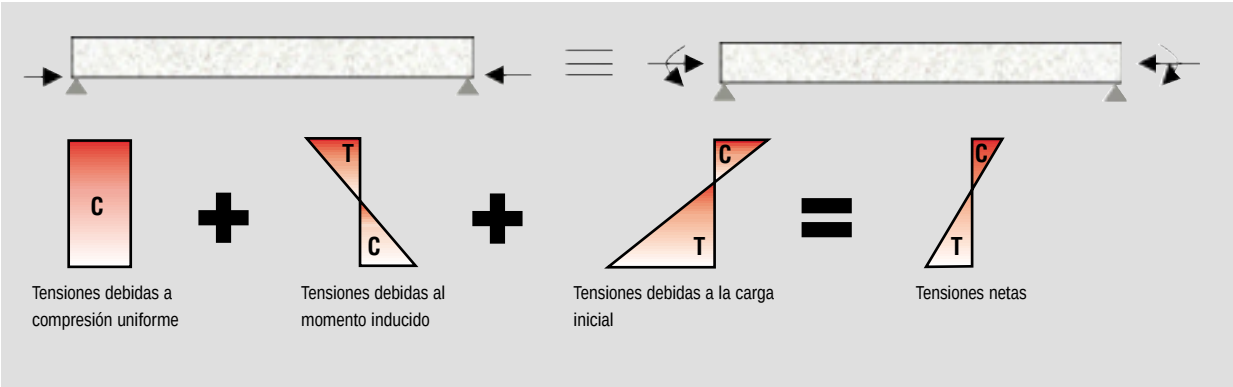






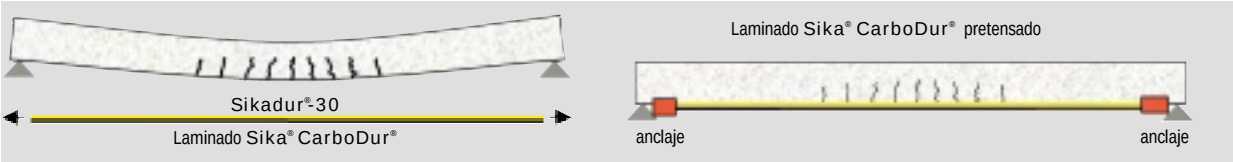
Refuerzo Estructural con el Sistema de Composites Pretensados Sika® CarboDur®

Principio del pretensado



Principio

Los laminados pretensados combinan las ventajas de los pretensados convencionales y las de las láminas de fibra de carbono pegadas/adheridas.
La fibra de carbono pretensada sobreimpone un esfuerzo de compresión en la zona traccionada de la sección transversal, así se reduce la tensión en la armadura cuando entra en carga y por tanto el ancho de las fisuras y la flecha se reducirá.
Para el calculo de la capacidad portante la fuerza de tracción del pretensado se suma a la fuerza de tracción del acero de la armadura.



Ventajas de las láminas pretensadas de Sika® CarboDur®

Comparado con el acero pretensado

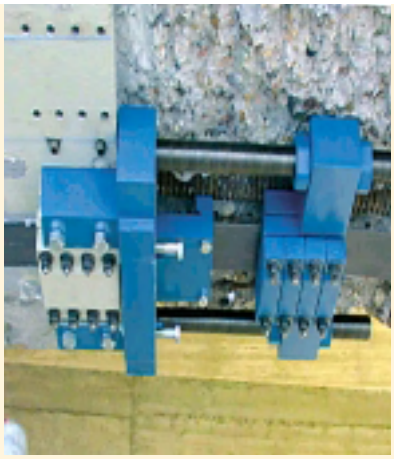
- Fácil pretensado de la estructura existente
- Bajo peso que favorece su fácil manejo
- Poca pérdida de pretensado debido a la mayor tensión de tracción inicial
- Delgada sección lo cual deriva en una estética compacta
- El nivel de tensión de la fibra de los colaminados de fibra de carbono es comparable al de los pretensados de acero
- No existe riesgo de fisuración por corrosión
- Resistente a la corrosión
- Se puede aplicar pegado o no pegado

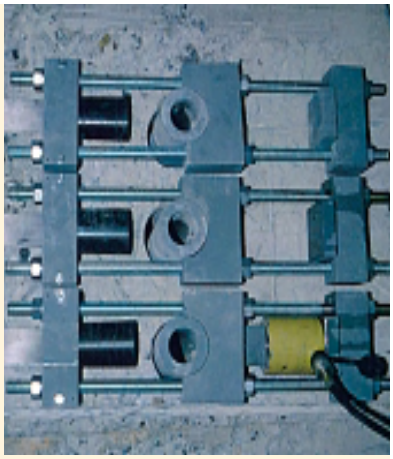
Comparado con las láminas de fibra de carbono no pretensadas

- Uso óptimo de la alta resistencia a tracción de los laminados Sika® CarboDur®
- La cantidad de láminas necesarias se reduce entre un 30 y un 50%
- Se optimiza la relación precio para el refuerzo de las estructuras de hormigón
- Se incrementa la capacidad de servicio: reducción del ancho de las fisuras, tensión del acero y la corrosión
- El efecto del refuerzo también es correcto/"apropiado" para las cargas permanentes y "muertas"
- Se reduce el esfuerzo de tracción de las armaduras de aceros
- Existe la posibilidad de realizar el refuerzo estructural sobre un soporte que este a bajas temperaturas y alta humedad sin tener que tomar precauciones especiales
- El espesor de las láminas es de hasta 2.4 mm
- Emplea pequeños anclajes al final de las láminas

- **Refuerzos estructurales de puentes tanto longitudinales como transversales**
- **Refuerzo sísmico de muros tanto de mampostería como de hormigón**
- **Refuerzo de edificios comerciales como de edificios industriales**
- **Posibilidad de realizar el refuerzo con cualquier condición climática**
- **Incremento de la durabilidad**

Sistemas de pretensado para las láminas de Sika® CarboDur®





	Sika® LEOBA CarboDur® LC‖	Sika-StressHead
Manufactura de los tendones de las láminas	Las láminas se pueden cortar directamente del rollo quedando listas para su uso, no es necesario tener stock de tendones ya hechos	Láminas preparadas en fábrica que se envían al lugar listas para su uso
Anclaje	El anclaje de tensionado puede colocarse en cualquier lugar de la lámina. Anclaje plano de la lámina	El anclaje de la lámina en la cabeza de anclaje de fibra de carbono se realiza sin adhesivo
Transmisión de fuerzas	El esfuerzo de pretensado se transmite al hormigón a través de toda la superficie de la placa pegada y fijada con pernos al mismo	La transmisión al sustrato de la fuerza concentrada es adaptable a las condiciones estructurales e independiente de las propiedades superficiales del hormigón
Cavidades en el hormigón	La placa base para la transmisión de la fuerza, la placa que tensa para el gato hidráulico y la ayuda para el nivelado se alojan en un hueco que practicamos en el hormigón	No necesita practicar ningún hueco en el hormigón
Procedimiento del tensionado	Se tensa en dos fases pasando de un anclaje temporal a uno definitivo	El tensionado se realiza en una sola fase y se ejecuta rápidamente
Control de calidad	Se realiza en la obra	Se realiza en la manufactura de los tendones
Pegado	Las láminas pueden ir pegadas o no pegadas, pero la zona donde se ancla siempre debe ir pegada	Puede ser pegado o no pegado (incluso a bajas Tª y altos grados de humedad)
Manejabilidad	Fácil manejo en la obra por el bajo peso de todos los elementos	Uso apropiado por las posibilidades de adaptación del anclaje
Láminas	Sección transversal 90 × 1.4 mm	Sección transversal 60 × 2.4 mm
Fuerza de tensado	200 kN	220 kN
Estado límite último	Falla la lámina antes que el anclaje	300 kN
Costes	Bajos costes tanto de fabricación como de aplicación	Bajos costes de aplicación
Eficiencia	Rápida instalación. Aplicación diaria aprox.: 10 tendones por equipo y gato hidráulico	Rápida instalación. Aplicación diaria aprox.: 10-15 tendones por equipo y gato hidráulico
Patentes	Patentes: “Method and strip-shaped tensional member for strengthening and/or restoring reinforced or prestressed concrete supporting structures and device for carrying out said method.” (DE 198 49 605 A1)	Patentes: “Reinforcement device for supporting structures” (EP-Patent N° 1007809). “Device for splitting of the ends of a fibre strand consisting of a bonded fibre material.” (WO 005 07 06)
Ensayos	Primeros ensayos: EMPA 1998	Primeros ensayos: EMPA 1999, ETHZ 2000

Sistemas de pretensado Sika
Sika® LEOBA CarboDur® LC II

Componentes del sistema
Laminado CFRP

Laminado Sika® CarboDur®: **V914**
Sección transversal: 126 mm²
Fuerza de tensado: 200 kN
Deformación del pretensado: 9.5 ‰
Anclaje: LEOBA LC II

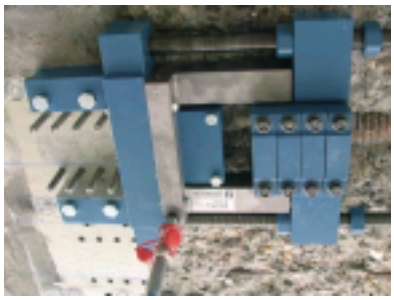
Adhesivo
Sikadur®-30

Anclajes

Bloque del anclaje fijo

Cabeza de tensado

Gato hidráulico



Procedimientos de Sika LEOBA / Sika

Trabajos de preparación

- Toma de medidas y comprobación de la calidad de la estructura a
- Determinar los puntos de anclaje de acuerdo a la geometría y posic
- Inyección de las fisuras en caso de ser necesario

Sika LEOBA

- Seguridad fallo de la lamina antes que del anclaje (test reaizado hasta 365kN)
- Preparación del soporte solamente en la zona del anclaje.Preparación para el pegado deacuerdo a los requisitos
- Pasadores en la placa base
- Instalar la placa base con Sikadur®-30 adhesivo y pernos
- Aplicar las láminas con Sikadur®-30 igual que se hace con las no pretensadas

Tensionado (dentro del tiempo abierto

- Instalar el elemento tensionador
- Aplicar tensión con el gato hidráulico.Verificar la fuerza de pretensa
- Fijar el anclaje por medio de los tornillos de blocaje. Retirar el gato
- Instalar el anclaje final
- Transmitir la fuerza de pretensado después de la polimerización del adhesivo desde el elemento tensionador hasta el anclaje final

Acabado

- Reperfilar
- Pegar el saliente final de la placa pegada y asegurada mecánicamente para que sirva de anclaje de seguridad
- Aplicar el recubrimiento si fuera necesario

Sika-StressHead

Componentes del sistema
Laminado CFRP

Laminado Sika® CarboDur®: **V624**
Sección transversal: 144 mm²
Fuerza de tensado: 220 kN
Deformación del pretensado: 9.5 ‰
Cabeza de tensado: StressHead 220

Adhesivo
Sikadur®-30

Anclajes

Gato Hidráulico

a-StressHead

reforzar

ción del refuerzo

Sika-StressHead

Preparar las láminas y las cabezas de tensado a la longitud especificada en fabrica

Prueba en fabrica de los tendones con un 10% mas de carga (Po+10%) como parte del cotrol de calidad

Si no se pega no hace falta preparar el soporte, y si se pega hacerlo de manera análoga a las láminas no pretensadas

Perforar agujeros para el anclaje (1 hueco por perno de anclaje)

Fijar el anclaje

Aplicar las láminas como en el caso de las que no son pretensadas con Sikadur®-30 o Instalar las láminas con tubo protector

o)

Instalar los tendones en el anclaje

ado mediante la presion del gato y la elongacion

Reperfilar si es necesario

Si es necesario proteger el anclaje y la lamina

Proyectos de referencia

Proyecto

Puente Körschtal cerca de Stuttgart-Möhringen (Alemania). Pretensado longitudinal y transversalmente, de sección doble T y con dos juntas de union.

Problema

Fisuras en las juntas de union, riesgo de fallo a fatiga en los tendones (nervios) longitudinales.

Solución Sika

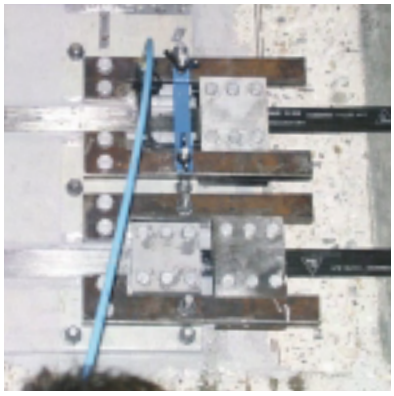
Inyección de las fisuras con resina Sika para inyección. Restauración de la integridad estructural mediante el uso de 5 sistemas Sika® LEOBA CarboDur® LC II **en cada junta de unión.**

Proyecto

Banco en Langen cerca de Frankfurt (Alemania). En julio de 1999 dos puertas debían ser abiertas en un muro de hormigón ya existente.

Problema

Las fuerzas de tracción en la zona del dintel de las nuevas puertas, producidas por el cambio estructural, debían ser contrarrestadas.



Solución Sika

El muro por encima del vano de las nuevas puertas tenía que ser comprimido por medio de 8 nervios superficiales de Sika® LEOBA CarboDur® LC I **estos nervios se aplicaron a la altura donde se esperaban las tensiones provocadas por la desviación de la dirección de los esfuerzos de compresión. Las láminas se recubrieron con una protección antifuego.**

Proyecto

Puente sobre el río Lauter cerca de Gomadingen, Baden-Württemberg (Alemania) construido con hormigón pretensado en el sentido longitudinal. Año de construcción 1979, con una losa asimétrica y cuatro vanos en la viga.

Problema

Un exceso de pretensado en la armadura interna (los nervios internos) produjeron fisuras en la cara inferior del deck encima de los pilares.

Solución Sika

En octubre de 1998, por primera vez en el mundo, laminados de fibra de carbono pretensados fueron empleados para resolver un problema de este tipo. Se empleo el sistema Sika® LEOBA CarboDur® LC I**.**

Proyecto

Durante un trabajo de reparación en la **autopista de Zurich-Chur, el puente Escherkanal,** construido en los años 50, tiene que ser rehabilitado y reforzado.

Problema

La losa del tablero del puente sobre la viga hueca es muy fina y presenta falta de armadura, por lo que aparecen fisuras longitudinales.

Solución Sika

En 2002 la losa del tablero del puente fue pretensada transversalmente empleando para ello el sistema Sika-StressHead. **Las operaciones dentro de la viga hueca fueron sencillas por la manejabilidad de los tendones.**

Proyecto

Trade building en Amsterdam (Holanda). Durante la construcción, con prefabricados de hormigón, de un edificio de oficinas de 8 plantas de altura en el 2001, aparecieron anchas grietas en las vigas principales en la planta baja encima de los pilares.

Problema

Reforzar por encima de los pilares insuficiente para soportar la carga excéntrica producida por los paneles de la fachada.

Solución Sika

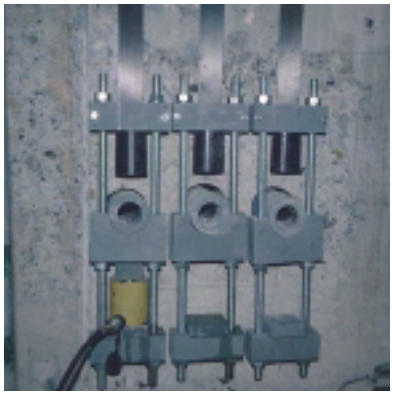
Las vigas fueron reforzadas en el lado de la fachada con láminas cortas de fibra de carbono tensadas por el sistema Sika-StressHead**.**

Proyecto

Refuerzo debido al efecto sísmico del **cuartel general de la policía en Lucerne (Chequia)** en otoño de 2000

Problema

Un muro nuevo de hormigón armado se levantó de arriba-abajo del edificio este muro debía quedar totalmente fijado a los muros existentes del sótano.



Solución Sika

El sistema Sika-StressHead **se empleó con este propósito a ambos lados del muro**

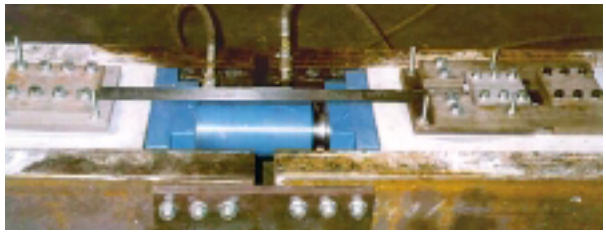
Literatura

1 Deuring M.: "Strengthening of reinforced concrete by means of tensioned composite fibre materials", Dissertation, EMPA Bericht 224, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Zürich 1993; **2** Maissen A., Czaderski C.: "Testing of tensioned CFRP plates", EMPA Bericht Nr. 172745'/2.1998, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Zürich 1998; **3** Andrä H.P., Maier M.: "Trend-setting development for structural strengthening and rehabilitation, LEOBA-CarboDur surface tendon", IBK-Fachtagung 241. Darmstadt 1999; **4** Andrä H.P., Maier M.: "Post Strengthening of R/C Structures by means of Prestressed Externally Bonded Carbon Fibre Reinforced Polymer Strips", Conference Proceedings of Structural Faults & Repair 99, Commonwealth Institute London, July 1999; **5** Andrä H.P., Maier M.: "Post-strengthening with Externally Bonded Prestressed CFRP Strips", Conference Proceedings of 16th Congress of IABSE, Lucerne September. 2000; **6** Andrä H.P., König G., Maier M.: "Tensioned CFRP surface tendons", Beton und Stahlbetonbau Jahrgang 96 (2001) Heft 12, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, Seite 737 – 747; **7** Berset T., Schwegler G., 2000: "The use of pre-stressed CFRP-Laminates as post-strengthening." 16th Congress of IABSE, Lucerne, 2000; **8** Glaus P., Schwegler G., 2001: "Seismic upgrading of masonry building with fibre composites". 20th European Regional Earthquake Engineering Seminar, Sion 2001; **9** StressHead 2001: Prestressing system for CFRP plates", 8.2001; **10** Schwegler G., Glaus P., Berset T.: "Use of tensioned CFRP plates" bonded and tensioned CFRP plate reinforcements, Kolloquium, ETHZ, Zürich, 27. November 2001; **11** Berset T., "Approval and testing of CFRP plate prestressing systems", bonded and tensioned CFRP plate reinforcements, Kolloquium, ETHZ, Zürich, 27. November 2001; **12** Federal roads department ASTRA: "Anchoring of tensioned CFRP plates", IABSE Symposium, Melbourne, September 2002

Pretensado con laminados Sika® CarboDur®

Ensayos llevados a cabo en el Laboratorio Federal de Ensayo e Investigación de Materiales de Suiza EMPA (Deuring M.,1993) revelaron los problemas de anclaje en las puntas de los laminados pretensados. El laminado se despega al exceder la resistencia a tracción del hormigón. Es, por lo tanto, necesario mantener la punta del laminado pretensado por medio de una cabeza de anclaje.

Para resolver este problema Sika ofrece los dos sistemas descritos en esta documentación:
Sika® LEOBA CarboDur® LC II y Sika-StressHead.



Sistema	Sika LC II	Sika-StressHead
Laminado Sika® CarboDur®	**V914**	**V624**
Sección transversal	126 mm²	144 mm²
Fuerza de tensado	200 kN	220 kN
Deformación de pretensado	9.5 ‰	9.5 ‰
Anclaje de tensado	**Leoba LC II**	**StressHead 220**

OFICINAS CENTRALES

Madrid 28108 - Alcobendas
P. I. Alcobendas
Carretera de Fuencarral, 72
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38
Dpto. Técnico: 916 57 23 83

Centro Logístico

Madrid 28108 - Alcobendas
P. I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tels.: 914 84 10 01/02
Fax: 916 61 03 61

La información, y en particular, las recomendaciones que aparecen en este folleto, en relación con la aplicación y el uso final de los productos **Sika**, están basadas en nuestra experiencia y conocimientos actuales de los productos, siempre y cuando sean correctamente almacenados y aplicados. En la práctica, las diferencias existentes entre los soportes y las condiciones específicas de cada obra no permiten garantizar el cumplimiento de requerimientos particulares, por lo que no puede derivarse ninguna responsabilidad de esta información.

En caso de duda, siga las instrucciones que aparecen en la última edición de la Hoja Técnica de los productos referenciados en este documento. Las copias de las Hojas Técnicas se enviarán bajo petición.

DELEGACIONES

Madrid 28108 - Alcobendas
P. I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tel.: 914 84 10 06
Fax: 916 62 02 74

Barcelona 08038
Plomo, 15-17
Tel.: 932 23 13 81
Fax: 932 23 07 05
Dpto. Técnico: 932 23 21 55

Vizcaya 48150 - Sondika
P. I. Izarza
Txori-Erri, 46. Pab. 3º D
Tel.: 944 71 10 32
Fax: 944 71 11 66

Valencia 46930 - Quart de Poblet P. I. Valencia 2000
Ctra. N.III, Km 347 C/ Este 2 C
Tel.: 961 53 41 77
Fax: 961 52 16 37
Dpto. Técnico: 961 53 79 79

Málaga 29004
P. I. Guadalhorce
E. Salazar Chapela, 16
Cjto. Promisa - Nave 25
Tel.: 952 24 38 60
Fax: 952 23 74 58

Sevilla 41016
P. I. de La Chaparrilla,
Parcela 48
Tel. 954 47 52 00
Fax: 954 44 05 30
Dpto. Técnico: 954 47 52 01

Valladolid 47008
P. I. Argales
C/ Metal, 9
Tel./Fax: 983 45 62 48

Las Palmas 35011
Dr. Apolinario Macías, 35
(Tecnicanarias)
Tel. 928 25 76 09
Fax: 928 25 05 88

Pontevedra 36207 - Vigo
Avda. de la Marina Española, 6
Tel.: 986 37 12 27
Fax: 986 27 20 56

www.sika.es **info@es.sika.com**

Diseño y producción en instalaciones de Alcobendas (Madrid)

Salud Seguridad Medio Ambiente
Compromiso de Progreso de la Industria Química