



# MANUAL DE PUESTA EN OBRA Sistemas Carbotec (CFRP)

Refuerzo estructural con fibras de carbono





**MANUAL DE PUESTA EN OBRA**  
**Sistemas Carbotec (CFRP)**  
Refuerzo estructural con fibras de carbono



## ÍNDICE

<b>01. LÁMINA CARBOTEC</b>	<b>06</b>
Preparación de elementos	07
A. Herramientas necesarias	07
B. Inspección y preparación del soporte	07
C. Preparación de la Lámina Carbotec	08
D. Preparación del Adhesivo Carbotec Lámina	09
E. Aplicación del Adhesivo Carbotec Lámina	10
F. Colocación de la lámina sobre el elemento a reforzar	11
Imágenes de puesta en obra	12
<b>02. TEJIDO CARBOTEC</b>	<b>14</b>
Preparación de elementos	15
A. Herramientas necesarias	15
B. Inspección y preparación del soporte	15
C. Preparación del Tejido Carbotec	16
D. Preparación del Adhesivo Carbotec Impregnante	17
E. Aplicación del Adhesivo Carbotec Impregnante	18
F. Colocación del tejido sobre el elemento a reforzar	18
Imágenes de puesta en obra	20
<b>03. CONECTOR CARBOTEC</b>	<b>22</b>
Preparación de elementos	23
A. Herramientas necesarias	23
B. Preparación del Conector Carbotec	23
C. Ejecución de taladros en el soporte	24
D. Preparación del Adhesivo Carbotec Lámina	25
E. Aplicación del Adhesivo Carbotec Lámina	26
F. Colocación del Conector Carbotec	26
Imágenes de puesta en obra	28
<b>04. CORDÓN CARBOTEC</b>	<b>30</b>
Preparación de elementos	31
A. Herramientas necesarias	31
B. Preparación del Cordón Carbotec	31
C. Ejecución de taladros en el soporte	33
D. Preparación del adhesivo Carbotec Lámina	33
E. Aplicación del adhesivo Carbotec Lámina	34
F. Colocación del Cordón Carbotec	35
Imágenes de puesta en obra	36

### ADVERTENCIA LEGAL

Sistema apto para los usos establecidos en la ficha técnica correspondiente y en las condiciones y limitaciones definidas en la misma; Grupo Puma no se hace responsable en ningún caso de la aplicación del sistema.

Este documento contiene dibujos técnicos sobre la colocación del Sistema Carbotec; estos detalles requieren de su adaptación al proyecto y a las exigencias o peculiaridades de cada situación u obra por lo que Grupo Puma no se hace responsable de los errores derivados de la idoneidad del producto o sistema para la obra en cuestión, ni de la incorrecta solución o colocación del mismo, debiendo en todo caso el redactor del proyecto de obra, la dirección técnica o responsable de la obra, o subsidiariamente el instalador/aplicador, cerciorarse de los términos adecuados de colocación según las condiciones existentes en la obra en cuestión y atenerse en todo caso a lo expresamente señalado en las fichas técnicas o catálogos técnicos de los productos o sistemas que prevalecerán, en todo caso, en caso de discrepancia sobre lo dispuesto en el presente documento.

Contacto para asesoramiento: **Oficina Técnica** · 607203400 · [oficinatecnica@grupopuma.com](mailto:oficinatecnica@grupopuma.com)

# 01. LÁMINA CARBOTEC



Puesta en obra de las Láminas Carbotec, fabricadas mediante un proceso de pultrusión a partir de filamentos de fibra de carbono dispuestos en una matriz epoxídica.

## A. HERRAMIENTAS NECESARIAS



Bayeta limpia y seca



Batidora de bajas revoluciones



Disolvente  
(para limpieza de útiles)



Espátula



Rodillo metálico estriado o de goma duro



Máquina Rotaflex



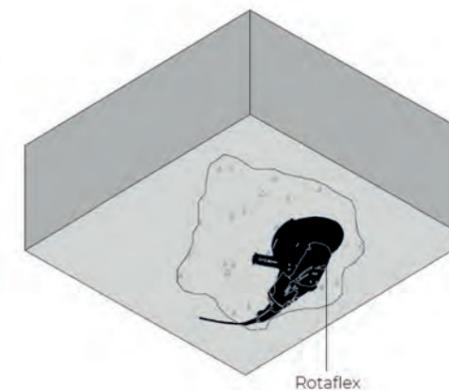
EPIs requeridos

## B. INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SOPORTE

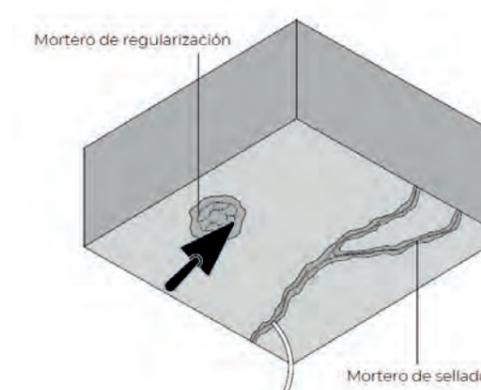
1. Eliminar posibles lechadas débiles, suciedad, manchas, partes mal adheridas, restos de otros productos, polvo, etc.

### RECOMENDACIÓN:

Abrir el poro del soporte cementoso mediante lijado superficial para favorecer el correcto anclaje de las resinas empleadas para la fijación de los refuerzos de fibra de carbono. Es importante volver a limpiar el polvo generado por esta operación.



B1



B2-B3

2. Inyectar fisuras mayores de 2mm.

RECOMENDACIÓN:

Limpiar convenientemente la superficie de la fisura para asegurar el correcto funcionamiento del mortero de sellado.

3. Reperfilar la superficie con mortero de regularización.

RECOMENDACIÓN:

Limpiar convenientemente la superficie a regularizar.

4. Inspección exhaustiva de la planimetría del soporte, cuyas irregularidades admisibles serán las siguientes:

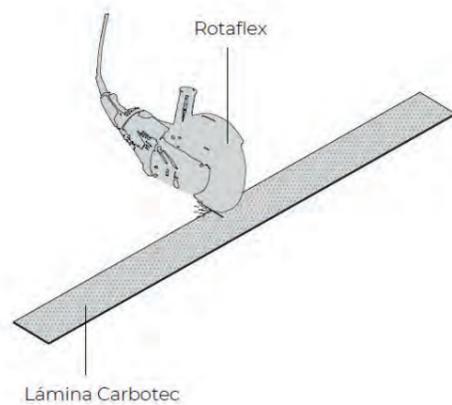
- a. Bajo regla de 2 m < 10 mm
- b. Bajo regla de 0,30 m < 4 mm

5. La resistencia a tracción superficial del soporte será mayor o igual a 1,5 MPa. Se comprobará mediante ensayo de tracción directa, según Norma UNE-EN 1542.

6. La humedad superficial del elemento a reforzar será inferior al 4%.

C. PREPARACIÓN DE LA LÁMINA CARBOTEC

1. Seleccionar el laminado con las características técnicas indicadas en el proyecto técnico. Verificar la coincidencia de los siguientes parámetros del laminado: anchura, espesor, módulo de elasticidad, etc.



C2



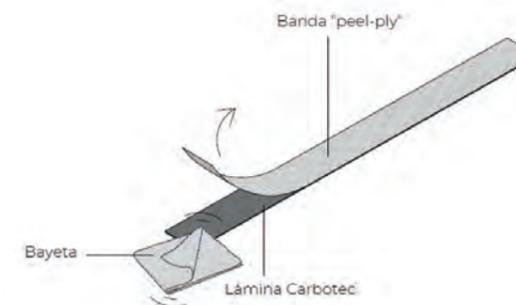
Corte de Lámina Carbotec con Rotaflex

2. Cortar la lámina Carbotec a la longitud indicada en el proyecto técnico empleando una máquina rotaflex.

RECOMENDACIÓN:

No realizar empalmes entre láminas.

3. Retirar las posibles protecciones que pueda incorporar el laminado, en especial, la banda "peel-ply", que imprime una rugosidad adicional a la superficie del laminado.



C3-C4



Retirada de la banda "peel-ply"

4. Limpiar la posible suciedad existente en ambas caras del laminado con una bayeta limpia y seca.

D. PREPARACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC LÁMINA

1. Remover cada componente antes de mezclarlos para eliminar posos.
2. Añadir el componente B en su totalidad al componente A. Esto asegura que la proporción en volumen entre el componente A y el componente B sea la correcta. No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B).
3. Remover con un mezclador eléctrico de bajas revoluciones (menos de 300rpm) durante unos 3 minutos, hasta obtener una mezcla gris homogénea. Evitar que queden burbujas de aire.



Adhesivo Carbotec Lámina



Preparación del Adhesivo Carbotec Lámina

### E. APLICACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC LÁMINA

1. Sobre la lámina limpia, aplicar el Adhesivo Carbotec Lámina con espátula.

**RECOMENDACIÓN:**

En grandes obras, es recomendable utilizar una guillotina que agiliza la puesta en obra, además de realizar un reparto más preciso del adhesivo.



2. Aplicar el adhesivo de manera que no quede plano y uniforme, sino con un espesor mayor en el centro y disminuyendo progresivamente hasta los extremos. El espesor final de la capa de adhesivo es de 1,5 mm a 2 mm. En la ficha técnica de la Lámina Carbotec se indica el consumo estimado de adhesivo para cada anchura de laminado.
3. Consumo del Adhesivo Carbotec Lámina:

CONSUMO ADHESIVO CARBOTEC LÁMINA	
Ancho (mm)	Consumo Adhesivo Carbotec Lámina
50	Aprox. 300 gr/m
80	Aprox. 500 gr/m
100	Aprox. 700 gr/m
120	Aprox. 800 gr/m
150	Aprox. 1.000 gr/m

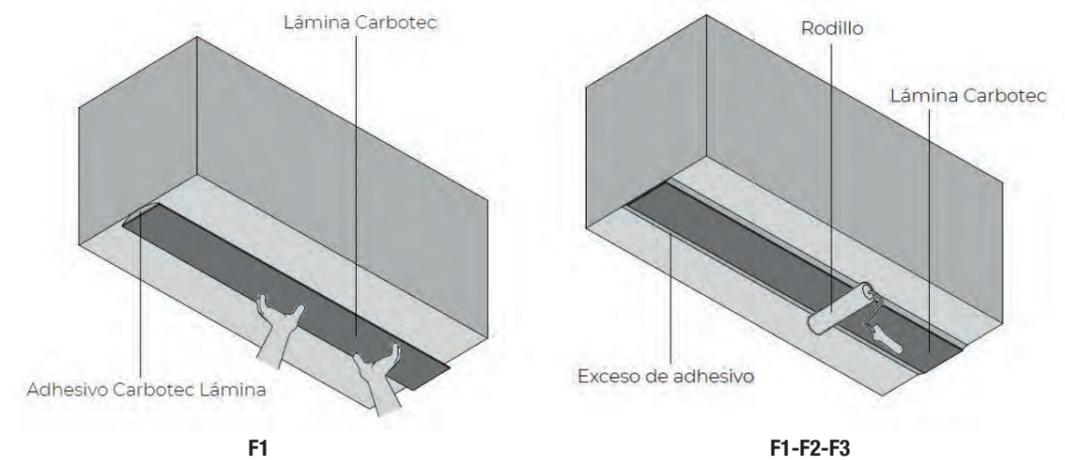
Ver Fichas técnicas: <https://www.grupopuma.com/es-ES/productos/familia/rehabilitacion-es>

### F. COLOCACIÓN DE LA LÁMINA SOBRE EL ELEMENTO A REFORZAR

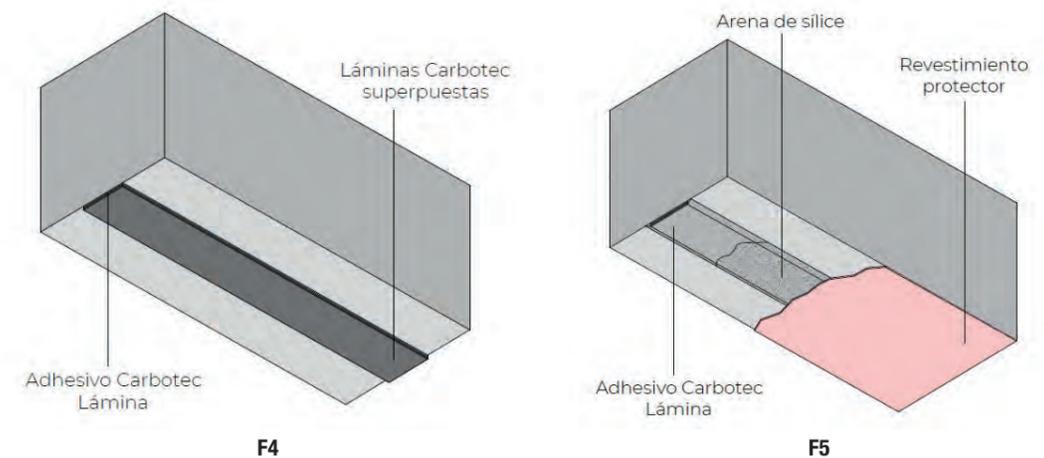
1. Una vez encolada y presentada en el lugar de colocación, presionar uniformemente la lámina de fibra de carbono Carbotec sobre el soporte, para repartir el adhesivo.

**RECOMENDACIÓN:**

Presionar con un rodillo metálico estriado o un rodillo de goma dura para eliminar el posible aire ocluido en la sección de adhesivo.



2. Limpiar el exceso de adhesivo antes de que endurezca.
3. Mantener la presión sobre la fibra de carbono hasta que el adhesivo se haya endurecido lo suficiente.
4. Se podrá realizar la superposición de capas de refuerzo, adheridas sobre las anteriores una vez haya endurecido el adhesivo empleado para la fijación de la capa precedente de refuerzo. En ningún caso se colocarán más de tres láminas superpuestas.
5. En caso de ser necesaria una capa adherida para la protección del refuerzo de fibra de carbono, se deberá aplicar una nueva capa de Adhesivo Carbotec Lámina sobre la cara inferior del laminado ya colocado, una vez endurecido su propio adhesivo, realizando inmediatamente un espolvoreo de arena de sílice seca sobre el adhesivo fresco, a fin de generar rugosidad para favorecer el anclaje de la capa de protección sobre el laminado de fibra de carbono.



6. Una vez endurecido el adhesivo con la arena de sílice, se puede proceder a la puesta en obra del material de protección, conforme a las indicaciones de su ficha técnica.

### RECOMENDACIÓN:

Para el revestimiento del refuerzo estructural, habitualmente suelen emplearse morteros de reparación de la gama Morcemrest, aunque también pueden emplearse morteros acrílicos de la gama Morcemcrl, placas PYL, etc. En caso de requerir protección contra el fuego, el técnico proyectista deberá seleccionar el tipo de revestimiento más indicado, además de dimensionar el espesor adecuado del mismo.

### IMÁGENES DE PUESTA EN OBRA:



Aplicar presión sobre la lámina encolada para fijación en el soporte.



Aplicar presión sobre el laminado adherido al soporte con un rodillo adecuado. Limpiar el exceso de adhesivo



Si se desea aplicar un revestimiento protector, aplicar, en primer lugar, Adhesivo Carbotec Lámina sobre la cara inferior del laminado y espolvorear en fresco arena de sílice seca.



Una vez seco el espolvoreo del paso anterior, proceder a la aplicación del revestimiento protector.

### NOTA IMPORTANTE:

Si bien la mano de obra requerida para la puesta en obra de los refuerzos de fibra de carbono no ha de tener una especial cualificación al no tratarse de un procedimiento complejo, si es imprescindible que haya recibido previamente un curso de capacitación y que se respeten escrupulosamente todos los pasos de aplicación que se han expuesto anteriormente para garantizar una entrada en carga total del refuerzo, así como una elevada durabilidad en el tiempo.



## 02. TEJIDO CARBOTEK



Puesta en obra del Tejido Carbotec, compuesto por un tejido de fibras de carbono unidireccionales envueltas en una trama de hilo de vidrio.

### A. HERRAMIENTAS NECESARIAS



Bayeta limpia y seca



Batidora de bajas revoluciones



Disolvente  
(para limpieza de útiles)



Espátula



Rodillo metálico estriado  
o de goma duro



Rodillo pelo corto



Máquina Rotaflex



Tijeras o Cutter



EPIs requeridos

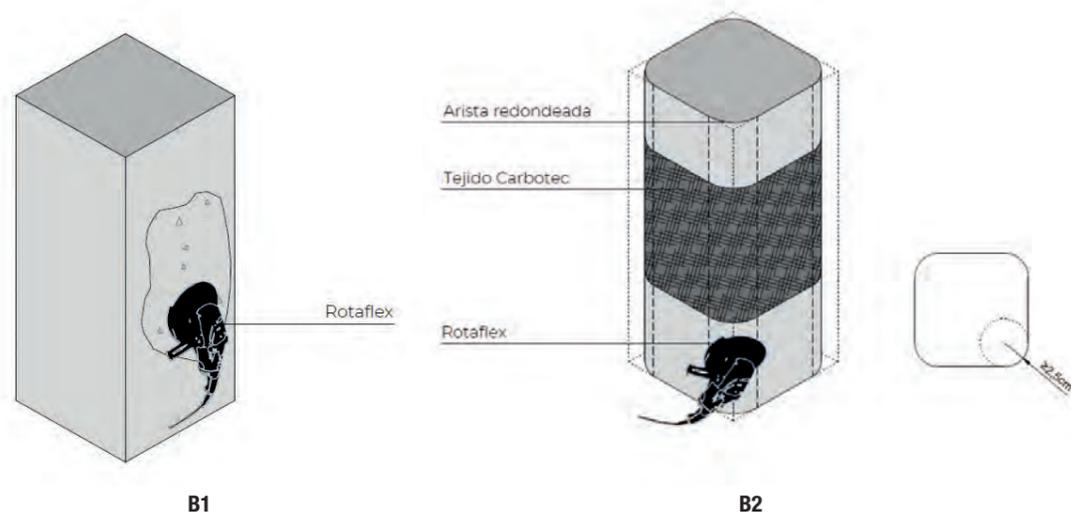
### B. INSPECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SOPORTE

1. Eliminar posibles lechadas débiles, suciedad, manchas, partes mal adheridas, restos de otros productos, polvo, etc.

#### RECOMENDACIÓN:

Abrir el poro del soporte cementoso mediante lijado superficial para favorecer el correcto anclaje de las resinas empleadas para la fijación de los refuerzos de fibra de carbono. Es importante volver a limpiar el polvo generado por esta operación.

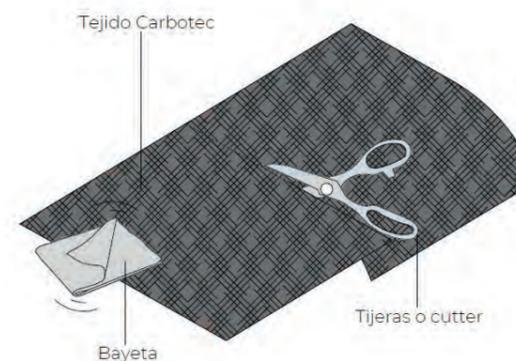
- En refuerzos de secciones a cortante o confinamiento que posean aristas vivas, se deberá proceder al redondeo de dichas aristas formando una circunferencia de, al menos, 2,5 cm de radio.



- Inspección exhaustiva de la planimetría del soporte, cuyas irregularidades admisibles serán las siguientes:
  - Bajo regla de 2 m < 10 mm
  - Bajo regla de 0,30 m < 4 mm
- La resistencia a tracción superficial del soporte será mayor o igual a 1,5 MPa. Se comprobará mediante ensayo de tracción directa, según Norma UNE-EN 1542.
- La humedad superficial del elemento a reforzar será inferior al 4%.

### C. PREPARACIÓN DEL TEJIDO CARBOTEC

- Seleccionar el tejido con las características técnicas reflejadas en el proyecto técnico. Verificar la coincidencia de los siguientes parámetros del tejido: anchura, gramaje, módulo de elasticidad, etc.
- Cortar el tejido a la longitud indicada en el proyecto técnico, empleando tijeras o cutter.
- Retirar las posibles protecciones que pueda incorporar el tejido.
- Limpiar la posible suciedad existente en la superficie del tejido con una bayeta limpia y seca.



C2-C4



Corte del Tejido Carbotec con Cutter

### D. PREPARACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC IMPREGNANTE

- Mezclar el componente A y el B en un recipiente limpio y batir minuciosamente durante 3 minutos con un mezclador de baja velocidad hasta obtener una mezcla homogénea.
- No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B), porque no se asegura la correcta proporción y, por tanto, el correcto funcionamiento del producto.



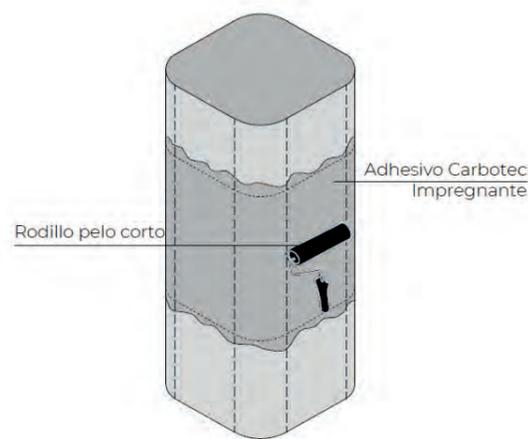
Adhesivo Carbotec Lámina Impregnante



Preparación del Adhesivo Carbotec Impregnante

**E. APLICACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC IMPREGNANTE**

1. Sobre el soporte preparado, aplicar el Adhesivo Carbotec Impregnante con un rodillo de pelo corto, en un espesor constante y sobre una superficie ligeramente superior a la que va a ocupar el tejido sobre el elemento a reparar.
2. En la ficha técnica del Tejido Carbotec se indica el consumo estimado de adhesivo para cada gramaje de tejido.



E1

3. Consumo del Adhesivo Carbotec Impregnante:

TEJIDO CARBOTEC	CARBOTEC IMPREGNANTE
200 g/m <sup>2</sup>	Aprox. 700 g/m <sup>2</sup>
300 g/m <sup>2</sup>	Aprox. 900 g/m <sup>2</sup>
400 g/m <sup>2</sup>	Aprox. 1100 g/m <sup>2</sup>
500 g/m <sup>2</sup>	Aprox. 1300 g/m <sup>2</sup>
600 g/m <sup>2</sup>	Aprox. 1500 g/m <sup>2</sup>

Ver Fichas técnicas: <https://www.grupopuma.com/es-ES/productos/familia/rehabilitacion-es>

**F. COLOCACIÓN DEL TEJIDO SOBRE EL ELEMENTO A REFORZAR**

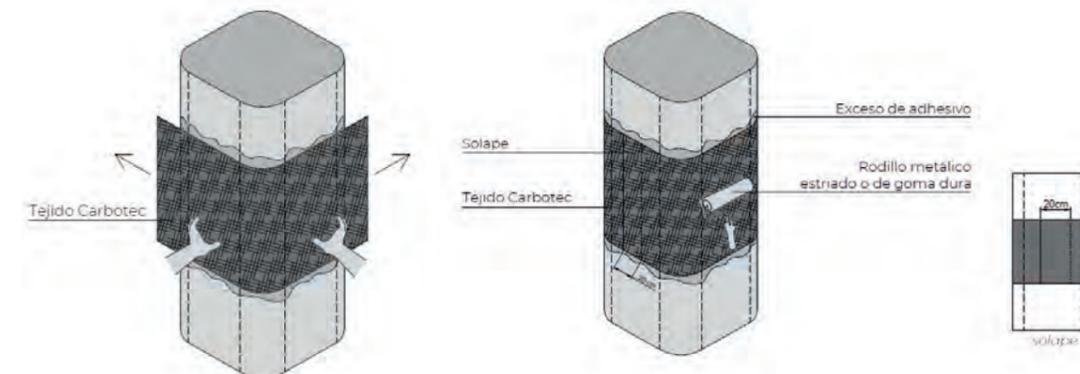
1. Sobre el adhesivo aplicado en el soporte aún fresco, una vez presentado el tejido en el lugar de colocación, tensarlo y presionarlo uniformemente sobre el soporte, para que impregne el adhesivo.

**RECOMENDACIÓN:**

Presionar con un rodillo metálico estriado o un rodillo de goma duro, para eliminar el posible aire ocluido en la sección de adhesivo, así como para eliminar posibles arrugas en el tejido.

2. Limpiar el posible exceso de adhesivo antes de que endurezca.

3. Los posibles solapes a realizar con tejido de fibra de carbono tendrán, al menos, 20 cm de longitud. Los solapes se realizarán en la dirección de trabajo de las fibras. En el resto de casos, no es imprescindible su ejecución.



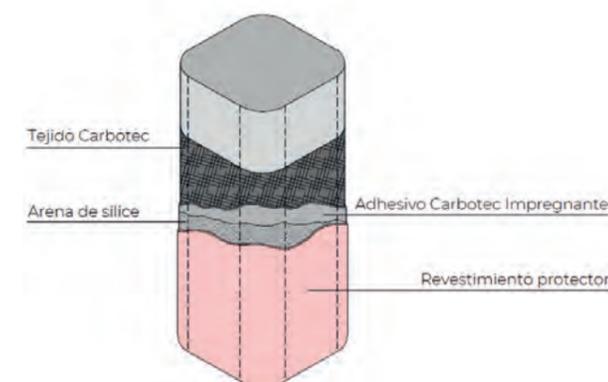
F1

F1-F2-F3

4. Se podrá realizar superposición de capas de refuerzo adheridas sobre las anteriores una vez haya endurecido el adhesivo empleado para la fijación de la capa precedente de refuerzo. En ningún caso se ejecutarán más de tres superposiciones.
5. En caso de ser necesaria una capa adherida para la protección del refuerzo de fibra de carbono, se deberá aplicar una nueva capa de Adhesivo Carbotec Impregnante sobre la superficie de tejido ya colocado, una vez endurecido su propio adhesivo, realizando inmediatamente un espolvoreo de arena de sílice seca sobre el adhesivo fresco, a fin de generar rugosidad para favorecer el anclaje de la capa de protección sobre el tejido de fibra de carbono.
6. Una vez endurecido el adhesivo con la arena de sílice, se puede proceder a la puesta en obra del material de protección, conforme a las indicaciones de su ficha técnica.

**RECOMENDACIÓN:**

Para el revestimiento del refuerzo estructural, habitualmente suelen emplearse morteros de reparación de la gama Morcemrest, aunque también pueden emplearse morteros acrílicos de la gama Morcemcrl, placas PYL, etc. En caso de requerir protección contra el fuego, el técnico proyectista deberá seleccionar el tipo de revestimiento más indicado, además de dimensionar el espesor adecuado del mismo.



F5-F6

IMÁGENES DE PUESTA EN OBRA:



Aplicar el Adhesivo Carbotec Impregnante sobre el soporte con un rodillo de pelo corto.

Colocar las bandas de tejido, previamente cortadas, prestando especial atención a la orientación de las fibras.

Aplicar presión con el rodillo adecuado sobre el tejido recién colocado para eliminar arrugas y posibles bolsas de aire ocluido.



Espolvorear árido de sílice sobre la capa de Adhesivo Carbotec Impregnante para generar rugosidad.

Aplicar la capa de protección y el revestimiento final para garantizar la durabilidad del refuerzo estructural.

NOTA IMPORTANTE:

Si bien la mano de obra requerida para la puesta en obra de los refuerzos de fibra de carbono no ha de tener una especial cualificación al no tratarse de un procedimiento complejo, si es imprescindible que haya recibido previamente un curso de capacitación y que se respeten escrupulosamente todos los pasos de aplicación que se han expuesto anteriormente para garantizar una entrada en carga total del refuerzo, así como una elevada durabilidad en el tiempo.



## 03. CONECTOR CARBOTEC



Puesta en obra de los Conectores Carbotec, compuestos por barras cilíndricas de hilos de fibra de carbono de alta resistencia mecánica, con filamentos libres en sus extremos.

### A. HERRAMIENTAS NECESARIAS



Bayeta limpia y seca



Batidora de bajas revoluciones



Disolvente  
(para limpieza de útiles)



Espátula



Máquina Rotaflex



Taladro percutor



Bomba de aire o compresor



EPIs requeridos

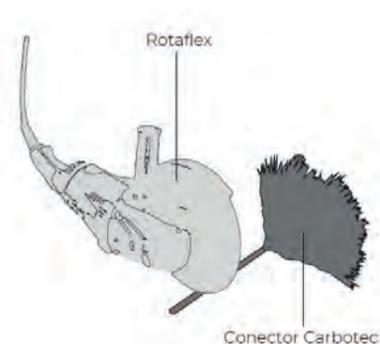
### B. PREPARACIÓN DEL CONECTOR CARBOTEC

1. Seleccionar el conector con las características técnicas indicadas en el proyecto técnico. Verificar la coincidencia de los siguientes parámetros del conector: diámetro, si es simple o doble, módulo de elasticidad, etc.

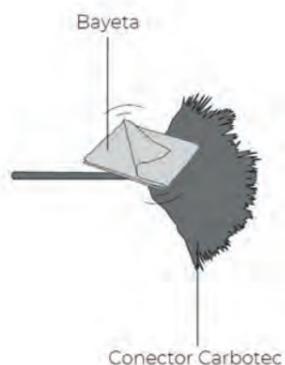
- Si fuera necesario, cortar el vástago del conector a la longitud indicada en el proyecto técnico empleando una máquina rotaflex.

**RECOMENDACIÓN:**

Por defecto, se dejará la longitud total del vástago siempre y cuando el grosor del elemento estructural donde se va a colocar dicho elemento así lo permita.



B2



B4

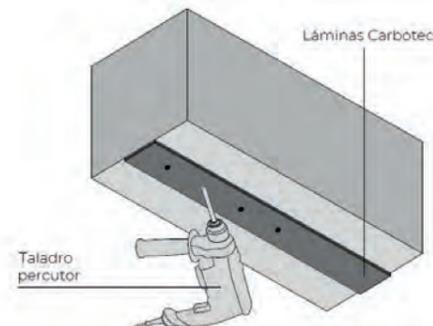
- Retirar las posibles protecciones que pueda incorporar el conector.
- Limpiar la posible suciedad existente en la superficie del vástago y entre los filamentos de la zona flexible con una bayeta limpia y seca.

**C. EJECUCIÓN DE TALADROS EN EL SOPORTE**

- Replantear la ubicación de los taladros según el proyecto técnico. Deben realizarse una vez colocados los elementos de refuerzo de fibra de carbono que se desean anclar al soporte y endurecido su adhesivo.
- Ejecutar los orificios con un taladro percutor. La profundidad de los orificios será ligeramente superior a la longitud del vástago rígido del conector que se desea colocar. Se elegirá una broca cuyo diámetro duplique el del conector que vamos a colocar, con el fin de dejar espacio para la resina de fijación del vástago al soporte.



C1



C2

- Proceder a la limpieza del polvo generado en el interior de los orificios realizados en el soporte mediante la inyección de aire a través de una bomba manual o de un compresor eléctrico.

**D. PREPARACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC**

**ADHESIVO CARBOTEC LÁMINA**

- Remover cada componente antes de mezclarlos para eliminar posos.
- Añadir el componente B en su totalidad al componente A. Esto asegura que la proporción en volumen entre el componente A y el componente B sea la correcta. No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B).
- Remover con un mezclador eléctrico de bajas revoluciones (menos de 300rpm) durante unos 3 minutos, hasta obtener una mezcla gris homogénea. Evitar que queden burbujas de aire.



Adhesivo Carbotec Lámina



Preparación del Adhesivo Carbotec Lámina

**ADHESIVO CARBOTEC IMPREGNANTE**

- Mezclar el componente A y el B en un recipiente limpio y batir minuciosamente durante 3 minutos con un mezclador de baja velocidad hasta obtener una mezcla homogénea.
- No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B), porque no se asegura la correcta proporción y, por tanto, el correcto funcionamiento del producto.



Adhesivo Carbotec Impregnante

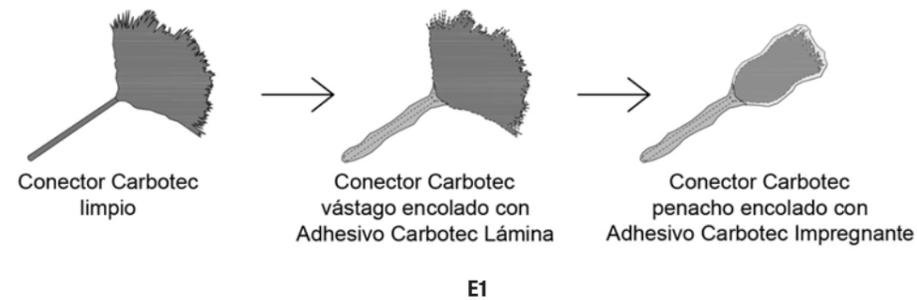


Preparación del Adhesivo Carbotec Impregnante

### E. APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS CARBOTEC LÁMINA Y CARBOTEC IMPREGNANTE

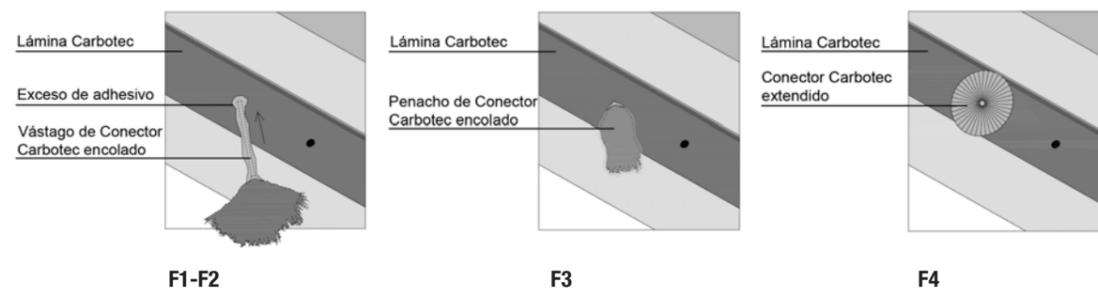
1. Sobre el conector limpio, aplicar Adhesivo Carbotec Lámina manualmente, encolando adecuadamente el vástago.
2. Una vez introducido en el orificio y retirado el excedente de material, aplicar Adhesivo Carbotec Impregnante sobre los filamentos flexibles para su extensión y pegado sobre el soporte.

Ver Fichas técnicas: <https://www.grupopuma.com/es-ES/productos/familia/rehabilitacion-es>



### F. COLOCACIÓN DEL CONECTOR CARBOTEC

1. Una vez encolado el conector, empotrar el vástago rígido en el orificio practicado en el soporte. La zona de filamentos flexibles debe sobresalir del soporte.
2. Limpiar el exceso de adhesivo generado por el vástago antes de que endurezca.
3. Aplicar Adhesivo Carbotec Impregnante sobre los filamentos flexibles, como se ha indicado en el apartado anterior.
4. Proceder a la extensión y pegado de los filamentos flexibles sobre el laminado o el tejido a anclar al soporte, de forma que quede totalmente adherido, dando lugar a la formación del área de transferencia de esfuerzos al vástago rígido que previamente se ha empotrado en el soporte.

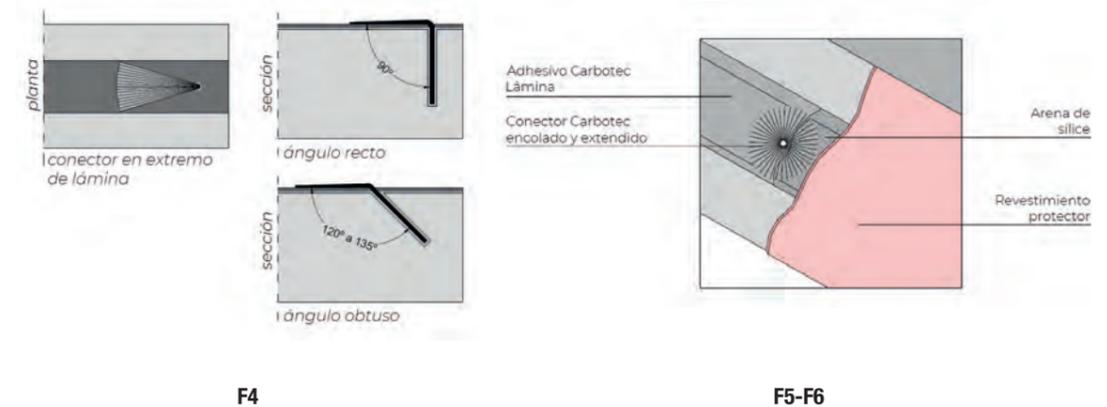


5. La colocación del conector en los extremos del laminado se realiza formando un ángulo de 90° o un ángulo obtuso de entre 120° y 135° entre el vástago y los filamentos flexibles. El ángulo obtuso, sin embargo, proporciona mejores valores de adherencia y anclaje al soporte.
6. Si se va a realizar el revestimiento de la zona con un acabado de protección, se ejecutará inmediatamente un espolvoreo de arena de sílice sobre el adhesivo fresco, a fin de generar rugosidad para favorecer el anclaje de la capa de protección sobre la zona de filamentos del conector.

7. Una vez endurecido el adhesivo con la arena de sílice, se puede proceder a la puesta en obra del material de protección, conforme a las indicaciones de su ficha técnica.

#### RECOMENDACIÓN:

Consultar el Manual de Puesta en Obra de la Lámina Carbotec y el Tejido Carbotec para saber más sobre el proceso de revestimiento de los mismos.



#### NOTA IMPORTANTE:

Si bien la mano de obra requerida para la puesta en obra de los refuerzos de fibra de carbono no ha de tener una especial cualificación al no tratarse de un procedimiento complejo, sí es imprescindible que haya recibido previamente un curso de capacitación y que se respeten escrupulosamente todos los pasos de aplicación que se han expuesto anteriormente para garantizar una entrada en carga total del refuerzo, así como una elevada durabilidad en el tiempo.

IMÁGENES DE PUESTA EN OBRA:

CASO 1: Fijación de laminado de refuerzo a momento positivo.



Realizar taladros en la zona media del laminado y limpiar el polvo generado en las perforaciones.

Impregnar el Conector Carbotec con el Adhesivo Carbotec Lámina

Introducir el Conector Carbotec en la perforación realizada.



Extender y pegar las fibras del Conector Carbotec

Imagen del Conector Carbotec extendido

CASO 2: Fijación de laminado de refuerzo a momento negativo.



Colocar el Conector Carbotec en el extremo del laminado, previa realización y limpieza de la perforación.\*

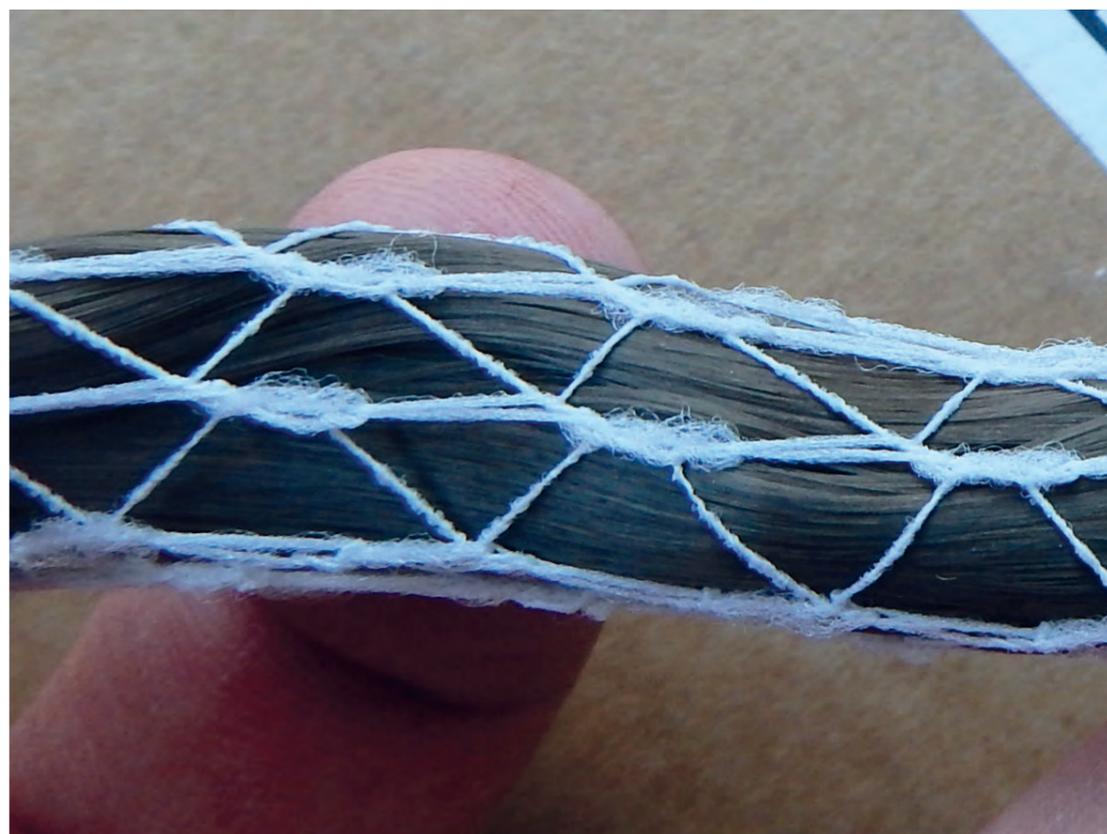
Extender y pegar las fibras del Conector Carbotec.\*

Espolvorear arena de sílice sobre el Adhesivo Carbotec Lámina aún fresco, como paso previo a la puesta en obra del revestimiento de protección.\*

\*Imágenes cedidas por CREACOL 2013 S.L



## 04. CORDÓN CARBOTEC



Puesta en obra de los Cordones Carbotec, conectores no preformados de fibra de carbono para realizar anclajes estructurales.

### A. HERRAMIENTAS NECESARIAS



Bayeta limpia y seca



Batidora de bajas revoluciones



Disolvente  
(para limpieza de útiles)



Espátula



Tijeras o Cutter



Brocha



Máquina RotaFlex



Taladro percutor



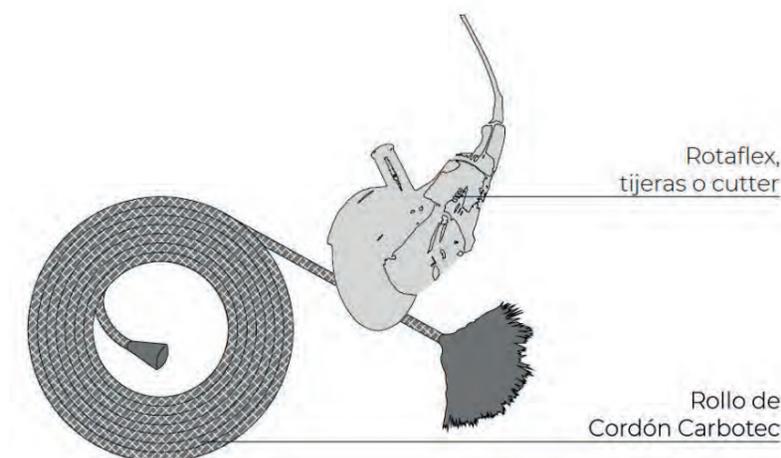
Bomba de aire o compresor



EPIs requeridos

### B. PREPARACIÓN DEL CORDÓN CARBOTEC

1. Cortar el Cordón Carbotec a la longitud indicada en el proyecto técnico.



B1

**PREPARACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC IMPREGNANTE:**

- a. Mezclar el componente A y el B en un recipiente limpio y batir minuciosamente durante 3 minutos con un mezclador de baja velocidad hasta obtener una mezcla homogénea.
- b. No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B), porque no se asegura la correcta proporción y, por tanto, el correcto funcionamiento del producto.



Adhesivo Carbotec Impregnante



Preparación del Adhesivo Carbotec Impregnante



B2-B3

- 2. Aplicar el Adhesivo Carbotec Impregnante sobre los filamentos del Cordón Carbotec para rigidizar la zona que servirá de vástago de anclaje, dejando un extremo (o los dos, si se requiere un anclaje doble) sin impregnar. Espolvorear árido de sílice seco en el vástago mientras el adhesivo está aún fresco, al objeto de crear rugosidad.

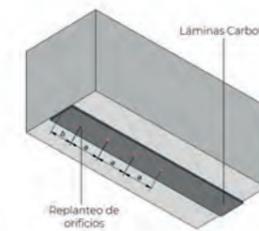
**RECOMENDACIÓN:**

Utilizar un peso durante la aplicación del Adhesivo Carbotec Impregnante para asegurar una directriz recta en el vástago de anclaje.

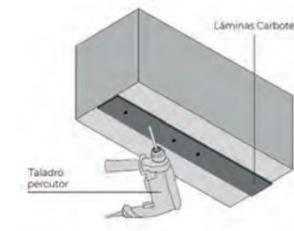
- 3. Retirar la rejilla textil en las zonas no rigidizadas, para poder extender los filamentos más adelante.
- 4. Limpiar la posible suciedad existente en la superficie del Cordón Carbotec y entre los filamentos de la zona flexible con una bayeta limpia y seca.

**C. EJECUCIÓN DE TALADROS EN EL SOPORTE**

- 1. Replantear la ubicación de los taladros según el proyecto técnico. Deben realizarse una vez colocados los elementos de refuerzo de fibra de carbono que se desean anclar al soporte y endurecido su adhesivo.
- 2. Ejecutar los orificios con un taladro percutor. La profundidad de los orificios será 2cm superior a la longitud del vástago rígido conformado del Cordón Carbotec que se desea colocar. Se elegirá una broca cuyo diámetro sobrepase 2-3mm el del Cordón que vamos a colocar, con el fin de dejar espacio para la resina de fijación del vástago al soporte.



C1



C2

- 3. Proceder a la limpieza del polvo generado en el interior de los orificios realizados en el soporte mediante la inyección de aire a través de una bomba manual o de un compresor eléctrico.

**D. PREPARACIÓN DEL ADHESIVO CARBOTEC**

**ADHESIVO CARBOTEC LÁMINA**

- 1. Remover cada componente antes de mezclarlos para eliminar posos.
- 2. Añadir el componente B en su totalidad al componente A. Esto asegura que la proporción en volumen entre el componente A y el componente B sea la correcta. No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B).
- 3. Remover con un mezclador eléctrico de bajas



Adhesivo Carbotec Lámina



Preparación del Adhesivo Carbotec Lámina

**ADHESIVO CARBOTEC IMPREGNANTE**

1. Mezclar el componente A y el B en un recipiente limpio y batir minuciosamente durante 3 minutos con un mezclador de baja velocidad hasta obtener una mezcla homogénea.
2. No se recomienda la realización de mezclas parciales del contenido de ambos envases (A y B), porque no se asegura la correcta proporción y, por tanto, el correcto funcionamiento del producto.

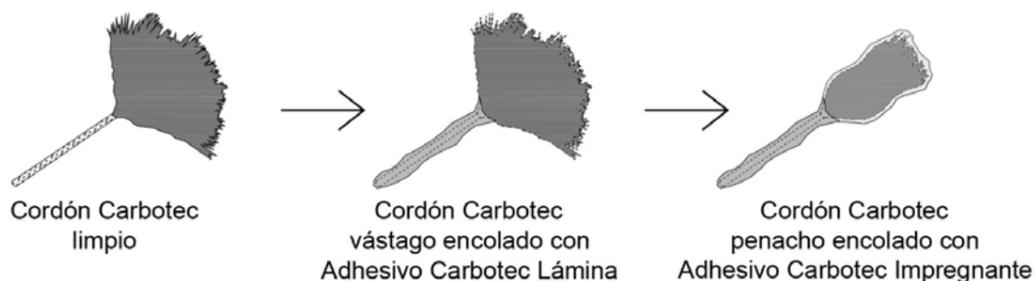


Adhesivo Carbotec Impregnante



Preparación del Adhesivo Carbotec Impregnante

**E. APLICACIÓN DE LOS ADHESIVOS CARBOTEC LÁMINA Y CARBOTEC IMPREGNANTE**



E1-E2

1. Sobre el cordón limpio, aplicar Adhesivo Carbotec Lámina manualmente, encolando adecuadamente el vástago.
2. Una vez introducido en el orificio y retirado el excedente de material, aplicar Adhesivo Carbotec Impregnante sobre los filamentos flexibles para su extensión y pegado sobre el soporte.

Ver Fichas técnicas:

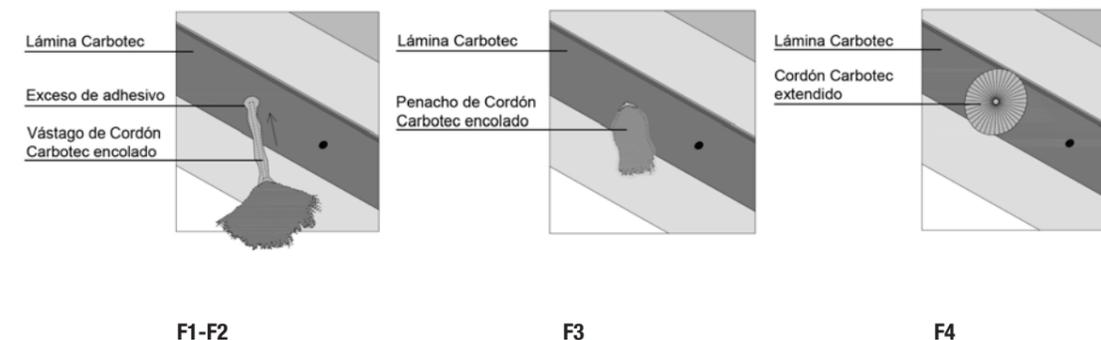
· Cordón Carbotec · Adhesivo Carbotec Lámina · Adhesivo Carbotec Impregnante:  
<https://www.grupopuma.com/es-ES/productos/familia/rehabilitacion-es>

**F. COLOCACIÓN DEL CORDÓN CARBOTEC**

1. Una vez encolado el Cordón, empotrar el vástago rígido en el orificio practicado en el soporte.

La zona de filamentos flexibles debe sobresalir del soporte.

2. Limpiar el exceso de adhesivo generado por el vástago antes de que endurezca.
3. Aplicar Adhesivo Carbotec Impregnante sobre los filamentos flexibles, como se ha indicado en el apartado anterior.
4. Proceder a la extensión y pegado de los filamentos flexibles sobre el laminado o el tejido a anclar al soporte, de forma que quede totalmente adherido, dando lugar a la formación del área de transferencia de esfuerzos al vástago rígido que previamente se ha empotrado en el soporte.



5. La colocación del Cordón en los extremos del laminado se realiza formando un ángulo de 90° o un ángulo obtuso de entre 120° y 135° entre el vástago y los filamentos flexibles. El ángulo obtuso, sin embargo, proporciona mejores valores de adherencia y anclaje al soporte.
6. Si se va a realizar el revestimiento de la zona con un acabado de protección, se ejecutará inmediatamente un espolvoreo de arena de sílice sobre el adhesivo fresco, a fin de generar rugosidad para favorecer el anclaje de la capa de protección sobre la zona de filamentos del Cordón.
7. Una vez endurecido el adhesivo con la arena de sílice, se puede proceder a la puesta en obra del material de protección, conforme a las indicaciones de su ficha técnica.

**RECOMENDACIÓN:**  
 Consultar el Manual de Puesta en Obra de la Lámina Carbotec y el Tejido Carbotec para saber más sobre el proceso de revestimiento de los mismos.



**NOTA IMPORTANTE:**

Si bien la mano de obra requerida para la puesta en obra de los refuerzos de fibra de carbono no ha de tener una especial cualificación al no tratarse de un procedimiento complejo, sí es imprescindible que haya recibido previamente un curso de capacitación y que se respeten escrupulosamente todos los pasos de aplicación que se han expuesto anteriormente para garantizar una entrada en carga total del refuerzo, así como una elevada durabilidad en el tiempo.

**IMÁGENES DE PUESTA EN OBRA:**

**CASO 1: Fijación de laminado de refuerzo a momento positivo.**



Realizar taladros en la zona media del laminado y limpiar el polvo generado en las perforaciones.

Impregnar el Cordón Carbotec con el Adhesivo Carbotec Lámina

Introducir el Cordón Carbotec en la perforación realizada.



Extender y pegar las fibras de la zona flexible del Cordón Carbotec

Imagen del Cordón Carbotec extendido

**CASO 2: Fijación de laminado de refuerzo a momento negativo.**



Colocar el Cordón Carbotec en el extremo del laminado, previa realización y limpieza de la perforación.\*

Extender y pegar las fibras de la zona flexible del Cordón Carbotec.\*

Espolvorear arena de sílice sobre el Adhesivo Carbotec Lámina aún fresco, como paso previo a la puesta en obra del revestimiento de protección.\*

*\*Imágenes cedidas por CREACOL 2013 S.L*



 **ESPAÑA**

**ALBACETE**

Pol. Ind. "B" Garysol, C/ Chopo - parcela 26  
02110 LA GINETA (ALBACETE)  
T. +34 967 27 54 58 - F. +34 967 27 54 58

**ALICANTE**

Pol. Ind. Tres Hermanas, C/ Canteros  
parcelas 3 y 5 - 03680 ASPE (ALICANTE)  
T. +34 965 49 56 31 - F. +34 965 49 56 30

**ALMERÍA**

Ctra. Viator km. 1,5  
04120 LA CAÑADA (ALMERÍA)  
T. +34 950 29 09 12 - F. +34 950 29 09 13

**ASTURIAS**

C/ Chopera, 15  
33920 RIAÑO I-LANGREO (ASTURIAS)  
T. +34 98 567 37 11 - F. +34 98 568 39 13

**BARCELONA**

Pol. Ind. Domenys II, C/ Enología, 15  
08720 VILAFRANCA DEL PENEDÈS  
(BARCELONA)  
T. +34 93 890 41 88 - F. +34 93 817 16 61

**CÁDIZ**

Pol. Ind. Zabal, C/ Veler, s/n  
11300 LA LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN (CÁDIZ)  
T. +34 956 64 51 58 - F. +34 956 64 51 62

**CÓRDOBA**

Avda. Agrupación Córdoba, 17  
14014 CÓRDOBA  
T. +34 957 26 62 01 - F. +34 957 26 48 07

**GRAN CANARIA**

Pol. Ind. Arinaga, C/ Las Mimosas, 128  
35119 AGÜIMES (GRAN CANARIA)  
T. +34 928 18 81 49 - F. +34 928 18 82 14

**GRANADA**

Pol. Ind. El Juncaril, C/ Monachil, parcelas 74-75  
18210 PELIGROS (GRANADA)  
T. +34 958 46 77 68 - F. +34 958 08 72 10

**MADRID**

Pol. Ind. El Guijar, Avda. El Guijar, 37  
28500 ARGANDA DEL REY (MADRID)  
T. +34 91 870 47 81 - F. +34 91 871 15 27

**MÁLAGA**

Pol. Ind. Trévez, C/ Conrado del Campo, 2  
29590 CAMPANILLAS (MÁLAGA)  
T. +34 952 35 47 00 - F. +34 952 34 43 91

**MALLORCA**

Pol. Ind. Son Llaüt. Via Central, parcela 65  
C/ Guillem Bujosa Rossello, 11  
07320 SANTA MARIA DEL CAMÍ (MALLORCA)  
T. +34 971 62 06 32 - F. +34 971 14 11 59

**MÉRIDA**

Pol. Ind. El Prado - parcela 5, nave 8  
06800 MÉRIDA (BADAJOZ)  
T. +34 924 37 85 62 - F. +34 924 37 85 62

**MURCIA**

Pol. Ind. Base 2000. Avda. no 3 manzana 13  
Apartado 448. 30564 LORQUI (MURCIA)  
T. +34 968 67 63 70 - F. +34 968 67 63 51

**PONTEVEDRA**

Ctra. Caldas-Villagarcía, km 2,2  
36650 CALDAS DE REIS (PONTEVEDRA)  
T. +34 986 53 03 67 - F. +34 986 53 01 27

**SEVILLA**

Pol. Ind. La Palmera, C/ La Palma, 20  
41700 DOS HERMANAS (SEVILLA)  
T. +34 954 69 13 51 - F. +34 954 69 29 02

**TENERIFE**

Pol. Ind. San Isidro, C/ Juan de la Cierva, 8  
38109 EL ROSARIO (TENERIFE)  
T. +34 922 62 47 51 - F. +34 922 62 49 80

**VALENCIA**

Pol. Ind. La Pahilla, C/ Peñas Albas, parcela 49  
46370 CHIVA (VALENCIA)  
T. +34 962 52 41 31 - F. +34 962 52 41 01

**VALLADOLID**

Pol. Ind. La Mora, C/ Las Acacias, parcelas 13-4  
47193 LA CISTERNIGA (VALLADOLID)  
T. +34 983 40 22 79 - F. +34 983 40 32 00

**ZARAGOZA**

Pol. Ind. Los Leones, C/ Principal, parcela K-2  
50298 PINSEQUE (ZARAGOZA)  
T. +34 976 65 68 30 - F. +34 976 65 68 31

 **FRANCIA**

**CAISSARGUES**

L'Atrium. 100 Route de Nîmes  
30132 CAISSARGUES  
T. +33 (0)4 66 05 50 27

 **PORTUGAL**

**LISBOA**

Fornos de Cima - Calhandriz 2615  
641 ALVERCA (LISBOA)  
T. +35 121 958 73 60 - F. +35 121 958 73 69

**PORTO**

Lote 2a - Lot. Ind. Mun. Fontiscos  
Ap. 79. 4784-909 SANTO TIRSO (PORTO)  
T. +35 125 283 37 50 - F. +35 125 285 00 80

 **ALGÉRIE**

**SIDI-BEL-ABBÈS**

Zone industrielle, ilot 214, N° 27  
Sidi-Bel-Abbès

**CONSTANTINE**

Zone industrielle El Tarf, Ben Badis, El Khroub,  
Constantine  
T. +213 (0) 560 18 31 64 / +213 (0) 560 19 71 67  
info@grupopuma-dz.com

**BOUIRA**

Zone industrielle sidi khaled, ilot 07, Oued El Berdi,  
Bouira

 **MAROC**

**CASABLANCA**

621, Boulevard Panoramique  
20150 Casablanca Maroc  
T. +212 522 85 94 50  
maroc@grupopuma.com

**EL JADIDA**

Route d'El Oualidia, Jorf Lasfar  
El Jadida - Maroc

 **COSTA RICA**

**GUANACASTE**

Nicoya, 400 m Sureste del Cruce de  
Nicoya - Santa Cruz  
Guanacaste  
caribe@grupopuma.com

**SAN JOSÉ**

La Uruca, San José, avenida 41,  
entre calle 40A y callen 32.  
San José

 **INDIA**

**MUMBAI**

Production Center: Plot no: SP1-263 Kishangarh  
Phase VI Ajmer, Rajasthan 305 802  
Head office: Regent Chambers, Mumbai,  
Maharashtra, 400 021  
T. 1800 22 5502

 **COLOMBIA**

**BOGOTÁ**

Km 2 Vía Briceño – Zipaquirá, Parque Industrial  
Tibitoc Bodega 21, Tocancipá – Cundinamarca  
caribe@grupopuma.com

**BARRANQUILLA**

Calle 30 # 10 – 234, Parque Industrial Saturno  
Bodega 31, Barranquilla – Atlántico  
caribe@grupopuma.com

**CALI**

Carrera 31 # 10 – 241,  
Zona Industrial Arroyohondo,  
Yumbo - Valle del Cauca  
caribe@grupopuma.com

 **EMIRATOS ÁRABES**

**DUBAI**

Dubai Investment Park - 2, Plot Number 597-425  
P.O. Box 120657.  
DUBAI, UAE  
T. +971 4 8849880