

# **FRP TRAINING COURSE**

## **MODULO 7 : PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

**Ing. Giorgio Giacomini G&P Intech - Italy**

**PhD. Jaime Gonzalez University of Padua – Italy**

**Ing. Carlo Perinelli G&P Intech – Italy**

**Febrero 5-9, 2018 (Vicenza-Italia)**

---



# CONTENIDO

## **MODULO 1 INTRODUCCIÓN**

- Necesidad de reforzamiento
- Qué son los materiales FRP?
- Propiedades mecánicas
- Introducción a la normativa

**05/02/2018**

---

## **MODULO 2 ADHERENCIA Y FLEXIÓN**

- Modos de falla
- Adherencia al substrato
- Reforzamiento a flexión
- Resultados de pruebas experimentales

**05/02/2018**

---

## **MODULO 3 CORTANTE**

- Configuraciones de reforzamiento
- Modos de falla
- Diseño a cortante
- Resultados de pruebas experimentales

**05/02/2018**

---

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)



# CONTENIDO

## **MODULO 4 CONFINAMIENTO Y REFORZAMIENTO SÍSMICO**

- Confinamiento
- Resultados de pruebas experimentales
- Daños típicos en caso de sismo
- FRP en zonas sísmicas

**06/02/2018**

## **MODULO 5 REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA**

- Aplicaciones del FRP en mampostería
- Consideraciones de diseño
- Adherencia
- Diseño

**06/02/2018**

## **MODULO 6 NUEVAS TECNOLOGÍAS (FRCM)**

- Què son los materiales FRCM?
- Adherencia
- Diseño a flexión
- Diseño a cortante
- Confinamiento

**06/02/2018**

**Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)**



# CONTENIDO

## **MODULO 7 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN**

- Preparación de la superficie/sustrato
  - Procedimiento de aplicación
  - Control y monitoreo
- 07/02/2018**

---

## **MODULO 8 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE LOS MATERIALES**

- Información técnica sobre los materiales FRP y FRCM disponibles en G&P INTECH
- 07/02/2018**

---

Febrero 5-9, 2018 (Vicenza, Italia)





# PROCEDIMIENTO DE INTERVENCION/REFORZAMIENTO



# Por qué es necesario reparar y/o reforzar las estructuras existentes?

## ACCIONES PREVENTIVAS

- **Actualización a códigos y normativos de diseño vigentes**
- **Incremento de capacidad estructural de los elementos**



**Aumento de cargas esperadas por cambio de uso de la estructuras**

**Errores de diseño y/o construcción**

**Aumento de cargas por cambios por eliminación/modificación elementos estructurales**



# Por qué es necesario reparar y/o reforzar las estructuras existentes?

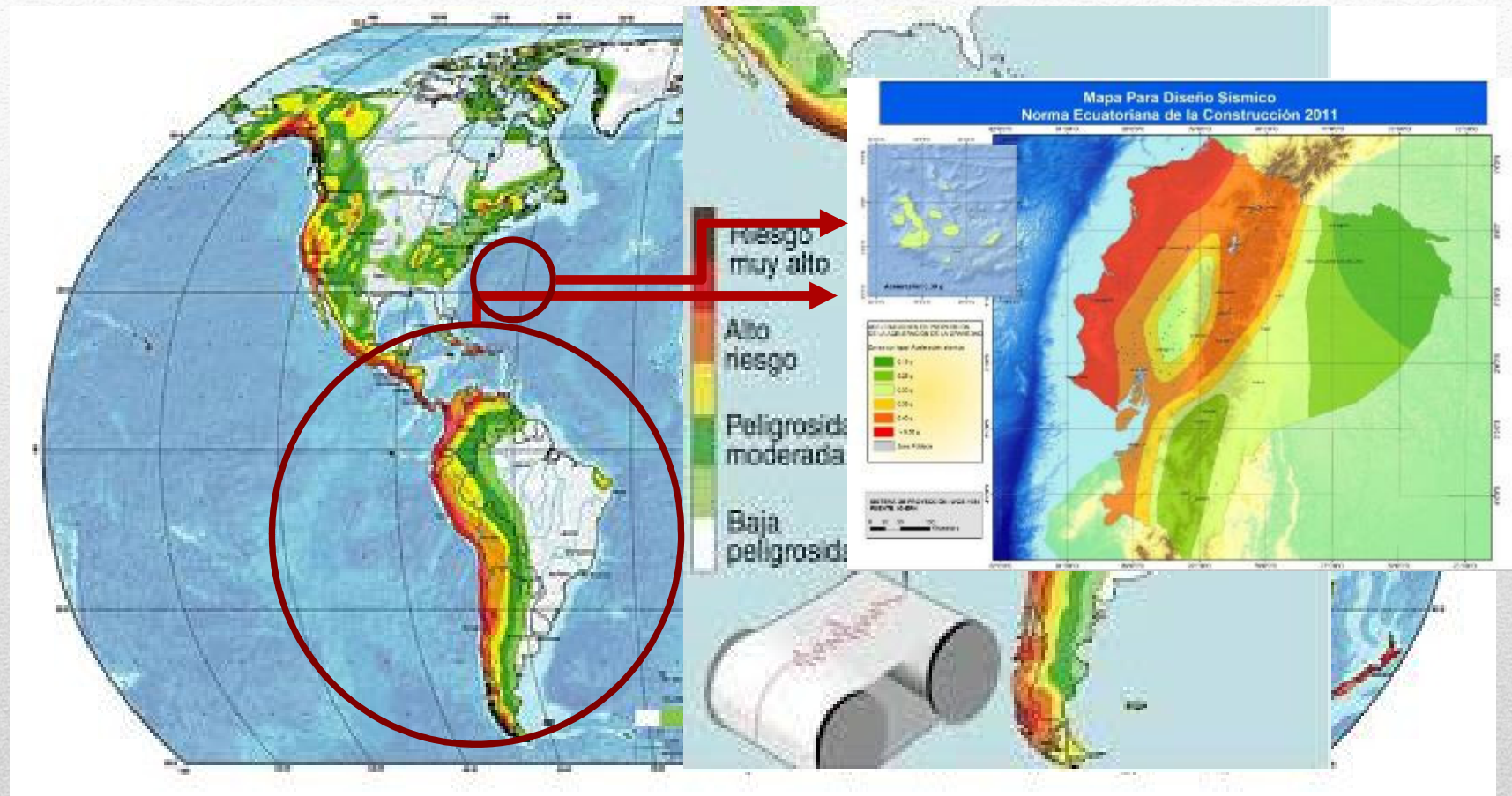
## ACCIONES CORRECTIVAS

- **Restituir y/o incrementar capacidad original de elementos afectados durante eventos extremos de carga y/o exposición**



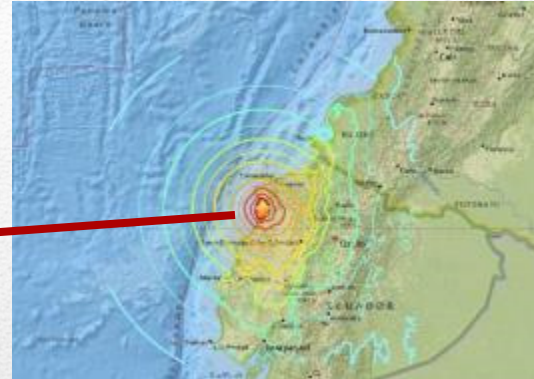
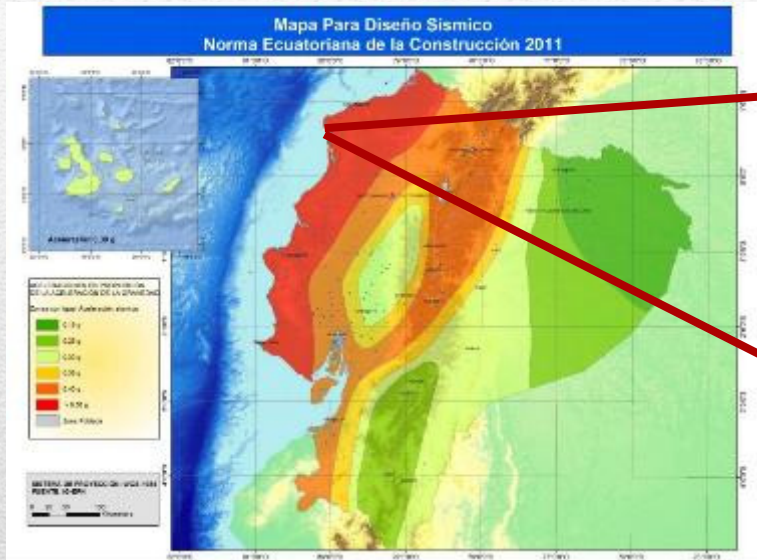
**Sismos**  
**Fuego**  
**Corrosión**  
**Sobrecargas**  
**Deterioro por falta de adecuado mantenimiento**  
**Asentamientos del terreno**

# CONTEXTO ECUATORIANO

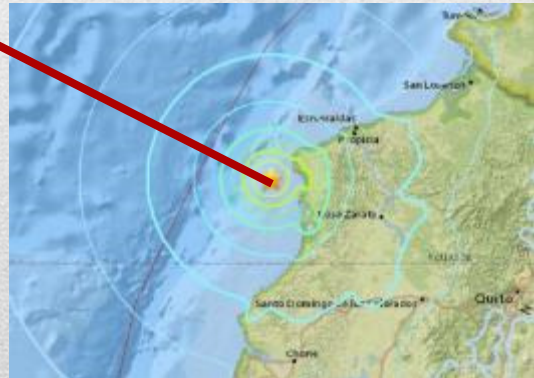




## CONTEXTO ECUATORIANO



**16/04/2016**  
**Mw=7.8**



**20/04/2016**  
**Mw=6.2**



# CONTEXTO ECUATORIANO

## Origen del movimiento telúrico

El terremoto de magnitud 7,8 en la costa oeste del norte de Ecuador se dio como resultado del empuje poco profundo de las fallas, sobre o cerca del límite de plataformas, entre las placas de Nazca y la del Pacífico.

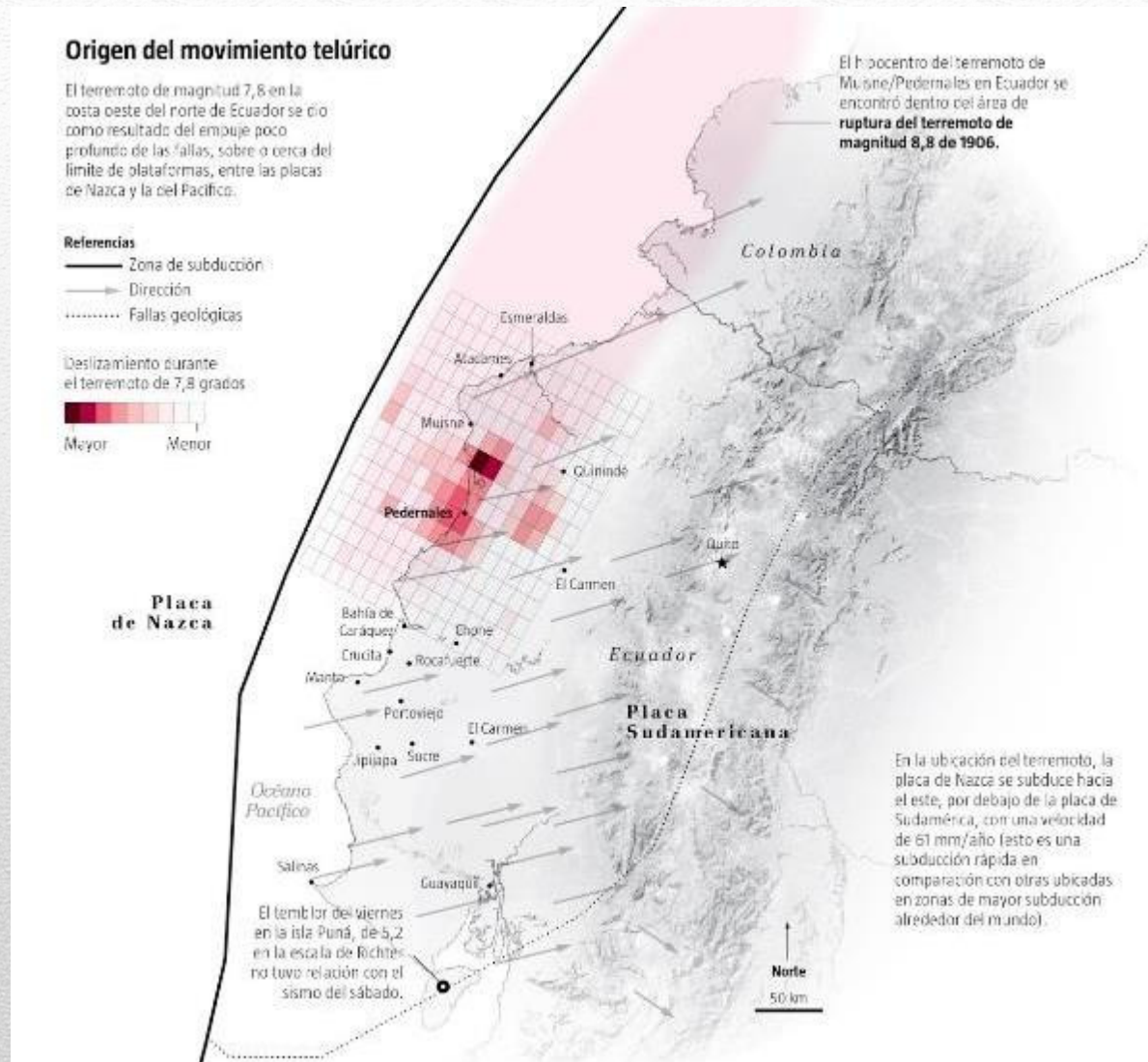
### Referencias

- Zona de subducción
- Dirección
- ..... Fallas geológicas

Deslizamiento durante el terremoto de 7,8 grados

Mejor Menor

Placa de Nazca



**670 muertos**

**6274 heridos**

**28678  
albergados**

**113  
rescatados**

**3273  
edificaciones  
destruidas**

**+3000USD  
en pérdidas**

# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Daños en nudos viga-columna



**SISMOS 2016  
ECUADOR**



# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Pisos Flexibles



**SISMOS 2016  
ECUADOR**



# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Daños en muros de fachada



**SISMOS 2016  
ECUADOR**



# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Volcamiento de muros de fachada



**SISMOS 2016  
ECUADOR**

# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

Columnas cortas / Columnas de escaleras





# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Falla a cortante de columnas



# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Daños en muros divisorios





# DAÑOS TÍPICOS EN ESTRUCTURAS AFECTADAS POR SISMOS

## Daños no estructurales





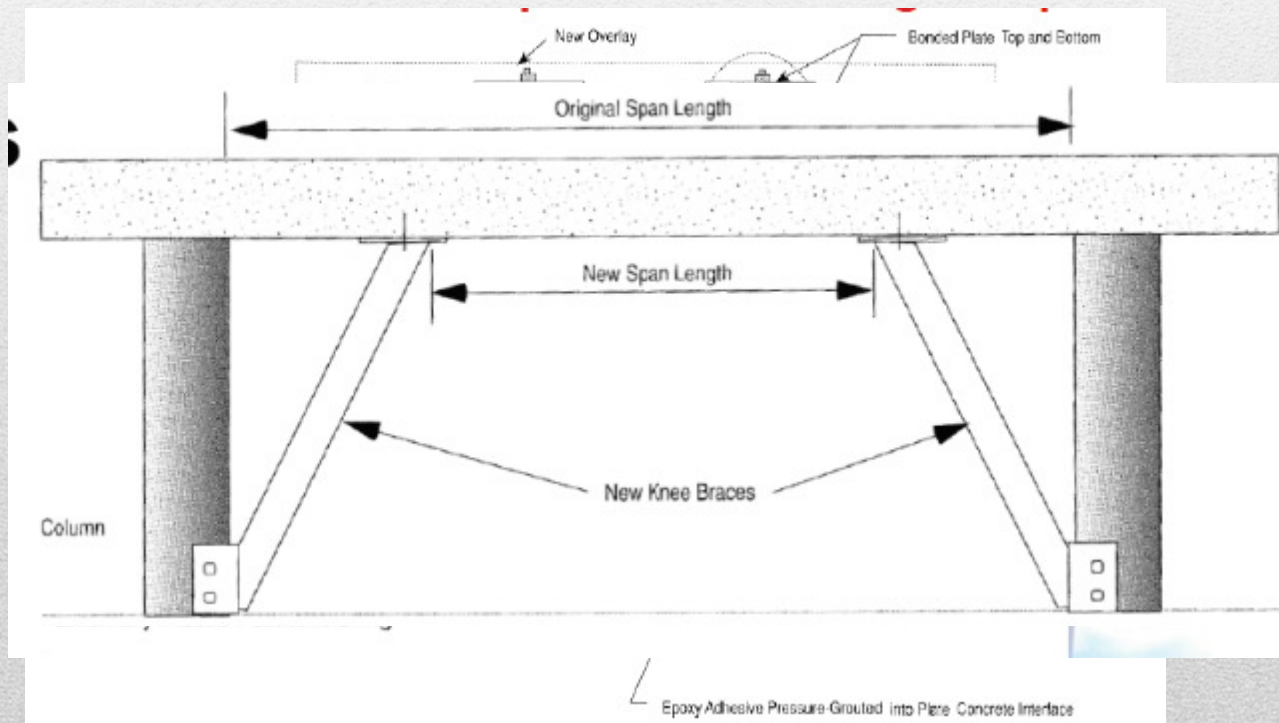
# MÉTODOS/TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

**Materiales  
tradicionales**

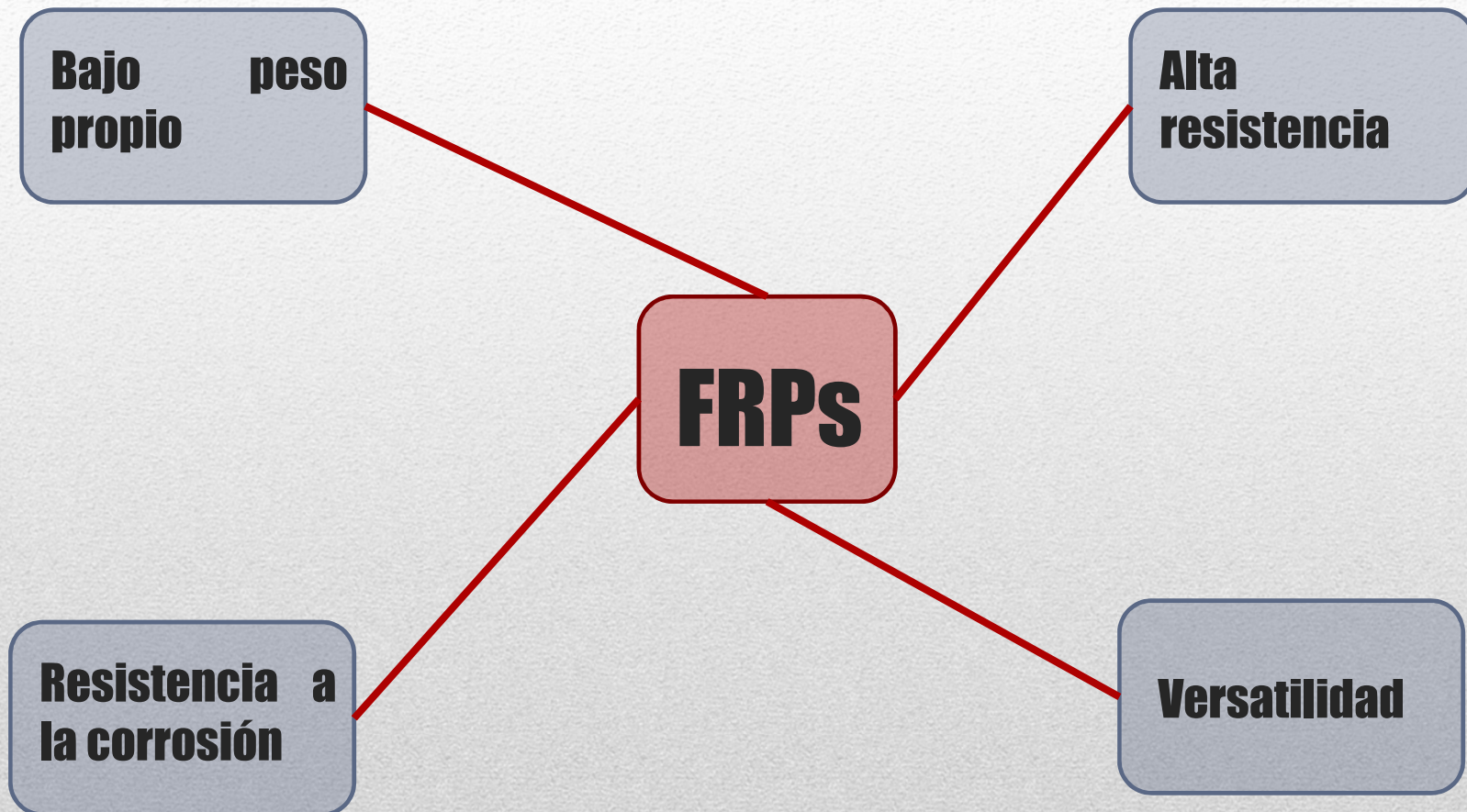
**Hormigón**

**Acero**

- **Incremento de las secciones**
- **Acción compuesta**
- **Postensado**
- **Reducción de luces**



## MÉTODOS/TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN





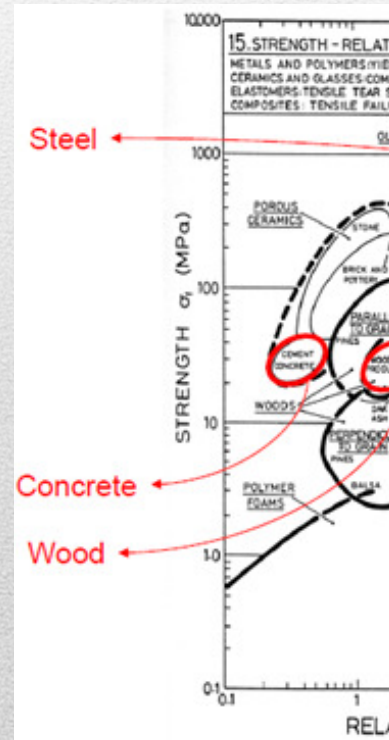
# MÉTODOS/TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

**FRPs**

Polímeros reforzados con fibras

Fiber Reinforced Polymers

- Desarrollo inicial en la industria automotriz y aeroespacial
- Incremento en aplicaciones debido a reducción de costos de producción/aplicación
- Constante desarrollo de KNOW-HOW (diseño y construcción)



**FRPs**



**Material compuesto:** *Formado por la unión de dos o más materiales para conseguir propiedades superiores a las de los componentes individuales.*

**=**

**Matriz Polimérica**



**Fibras**



**EPOXI**

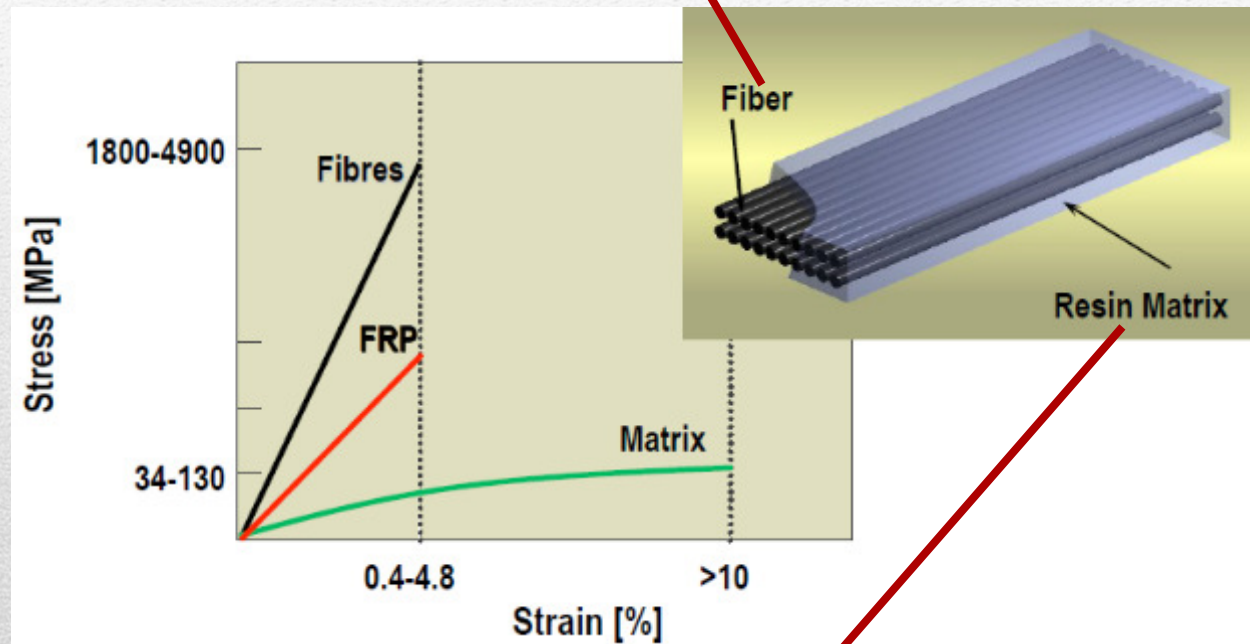


**Carbono  
Acero**



# FRPs

**Fibras: Resistencia y rigidez, encargadas de soportar las cargas**



**Matriz: Protección de daño mecánico y ambiental, distribución de cargas a las fibras, adherencia con el substrato**

## FRPs

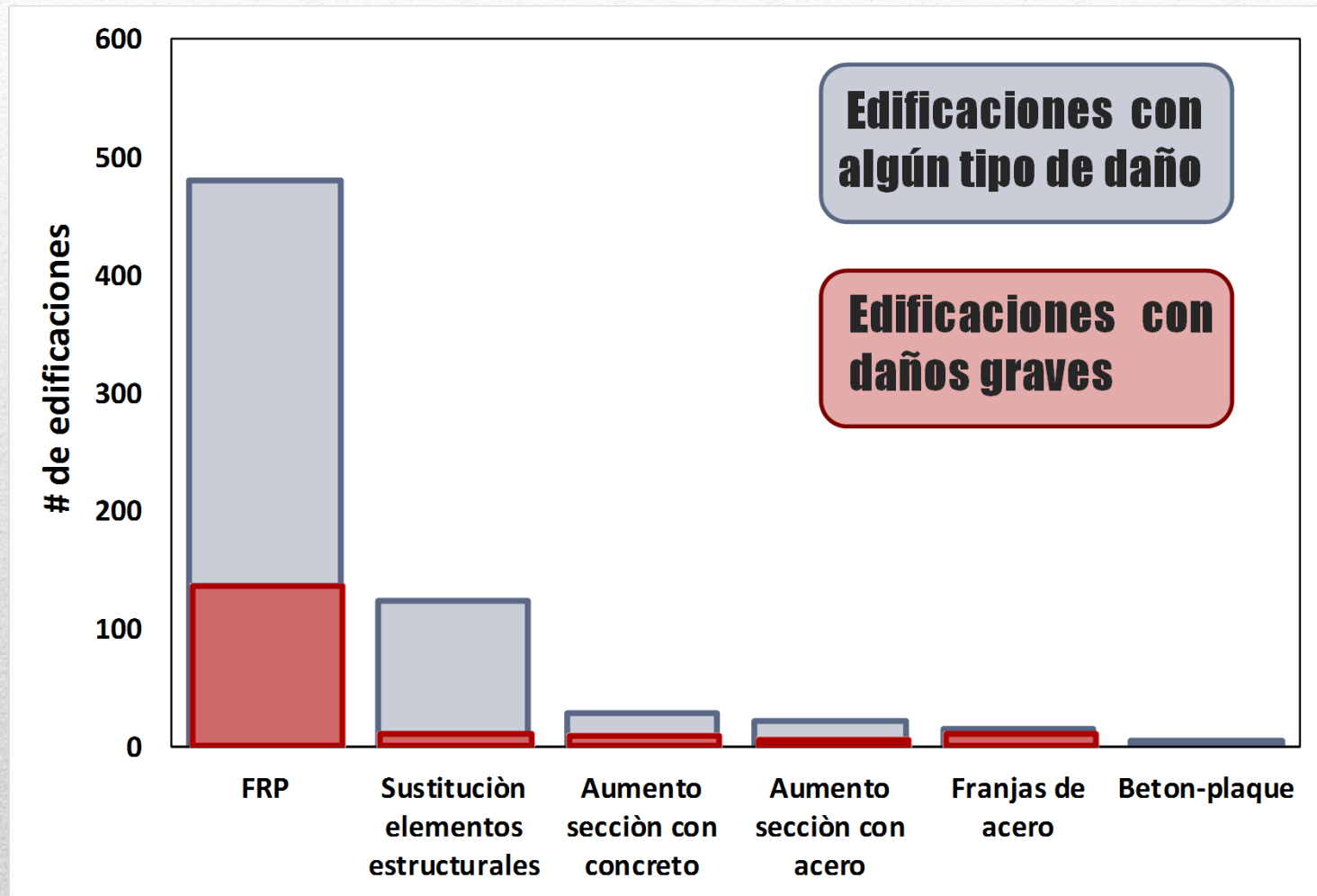
**Factores que influyen en las propiedades del material FRP**



- **Propiedades mecánicas y tipo de matriz.**
- **Propiedades mecánicas y tipo de fibras**
- **Contenido de fibras**
- **Área de las fibras**
- **Orientación de las fibras**
- **Interacción entre las fibras y la matriz**
- **Control de calidad y proceso constructivo**
- **Contenido de vacíos**



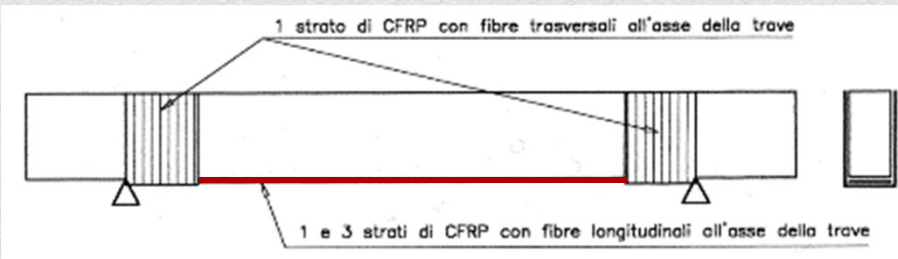
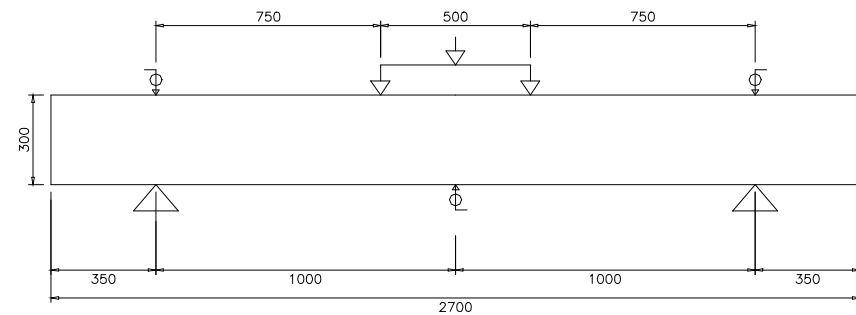
# INTERVENCIÓN EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO AFECTADAS POR EL SISMO DE L'AQUILA (ITALIA) – 06/04/2009





# FRPs

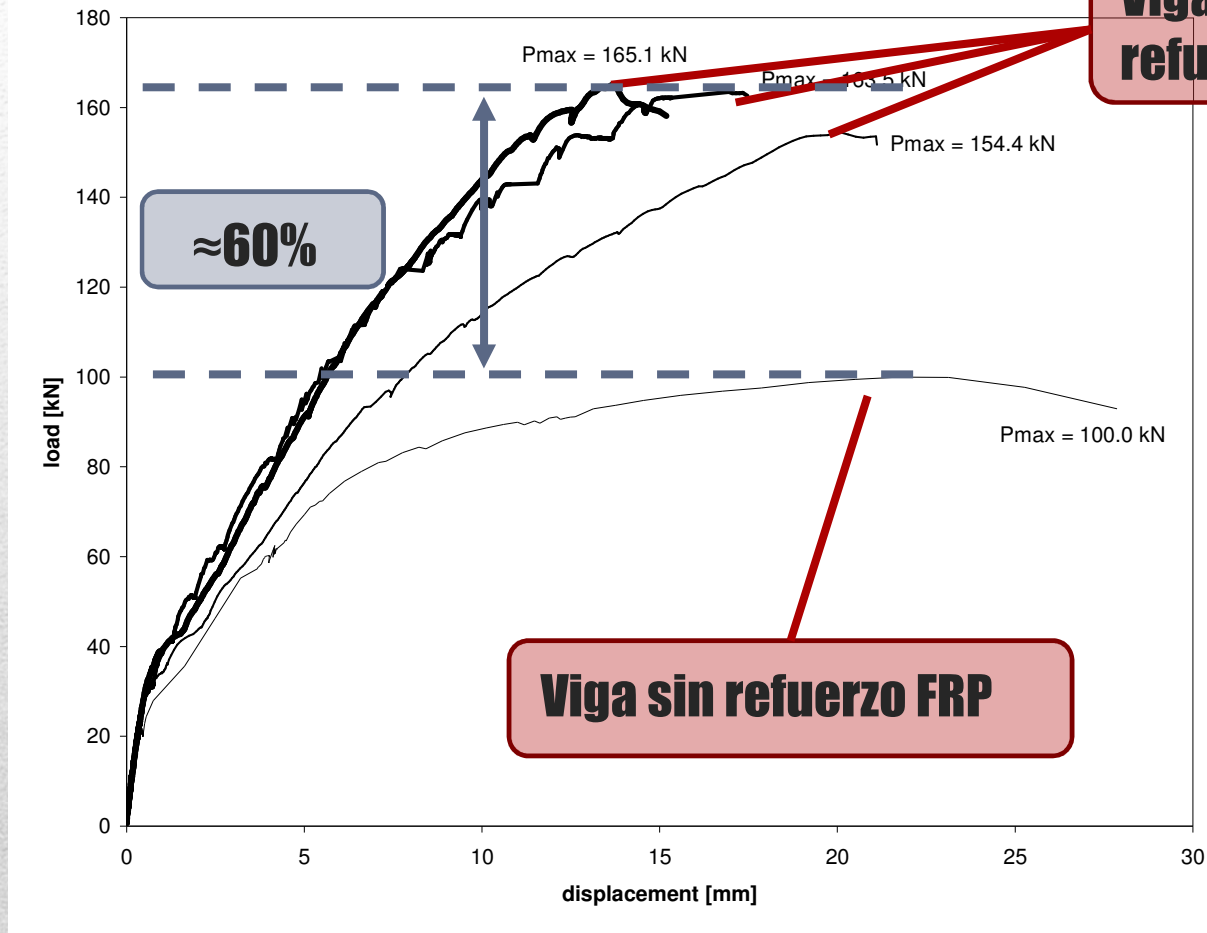
## Reforzamiento a flexión\*



\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)

# FRPs

## Reforzamiento a flexión\*



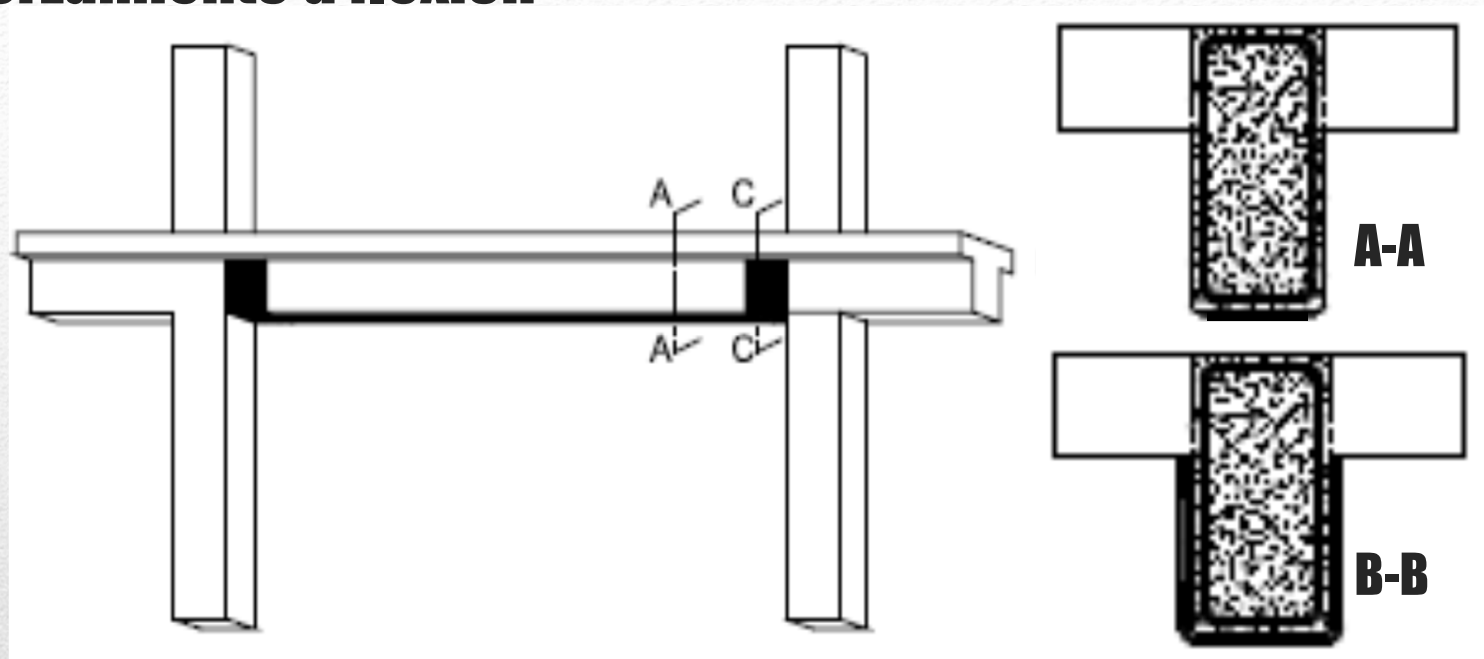
**Vigas con refuerzo FRP**

**Viga sin refuerzo FRP**

\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)

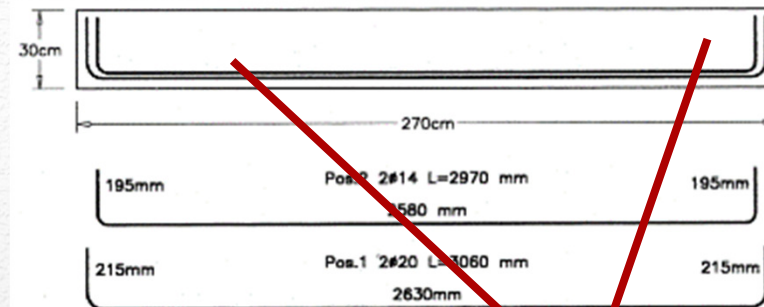
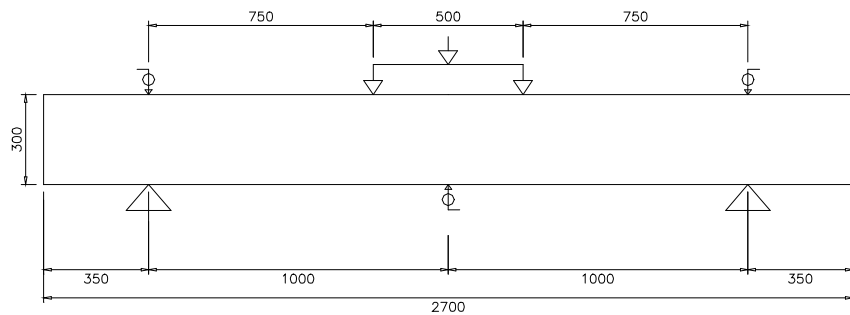


## Reforzamiento a flexión

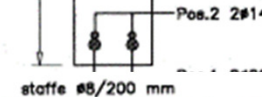


# FRPs

## Reforzamiento a cortante\*

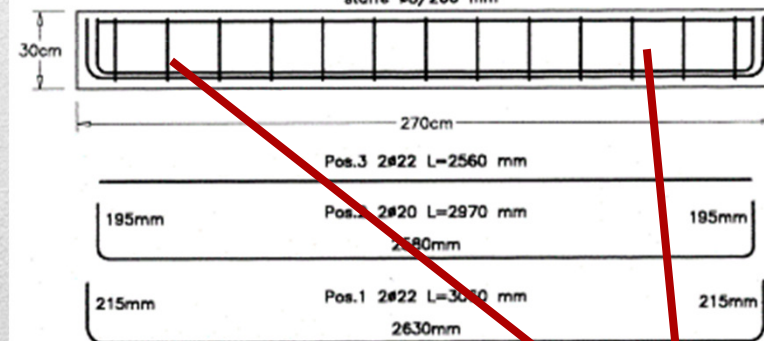


Sezione trasversale  
scala 1:10



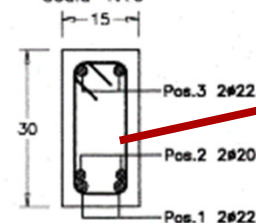
Vigas  
estribos

sin



Sezione trasversale  
scala 1:10

staffe Ø8/200 mm



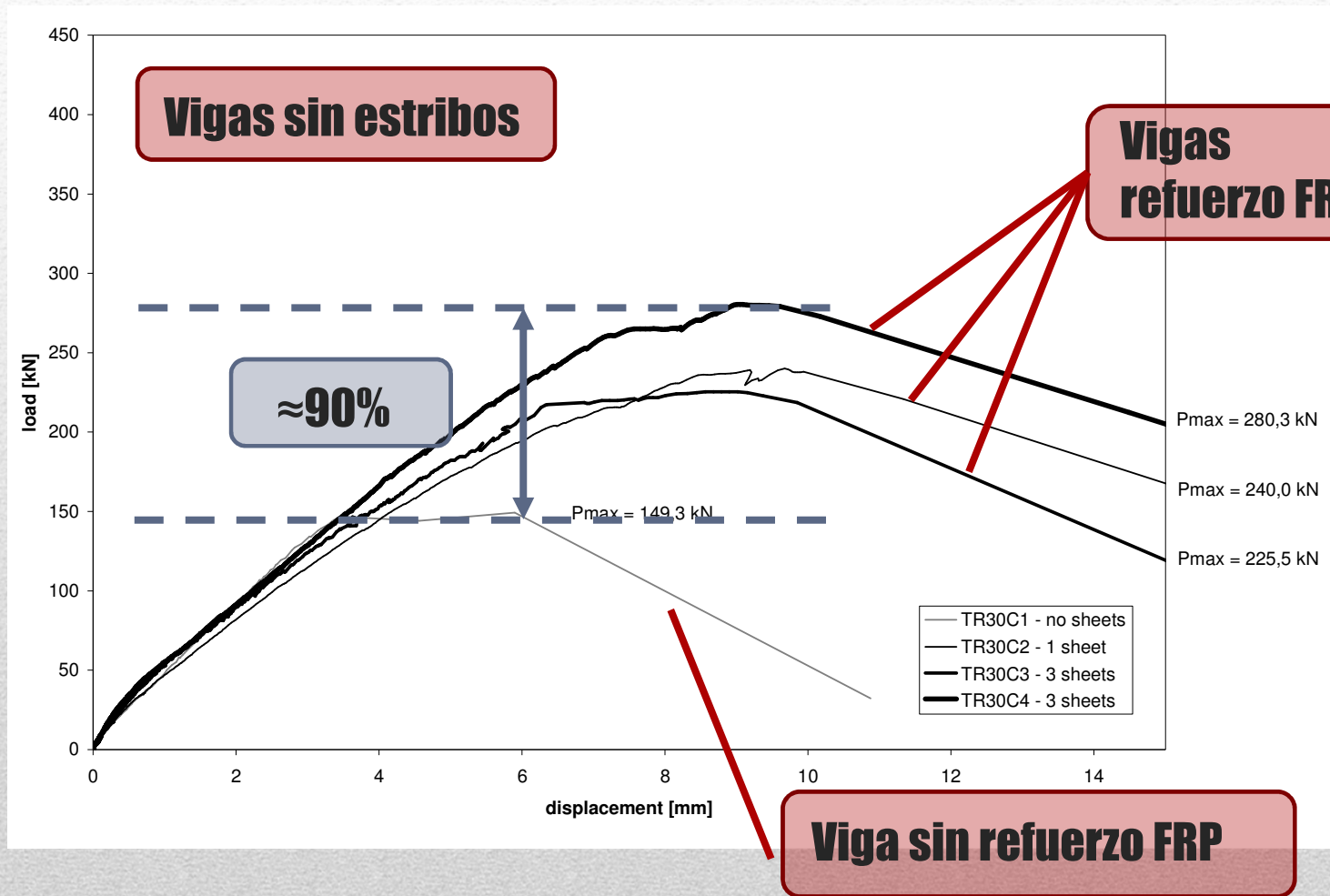
Vigas con  
estribos

\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)



# FRPs

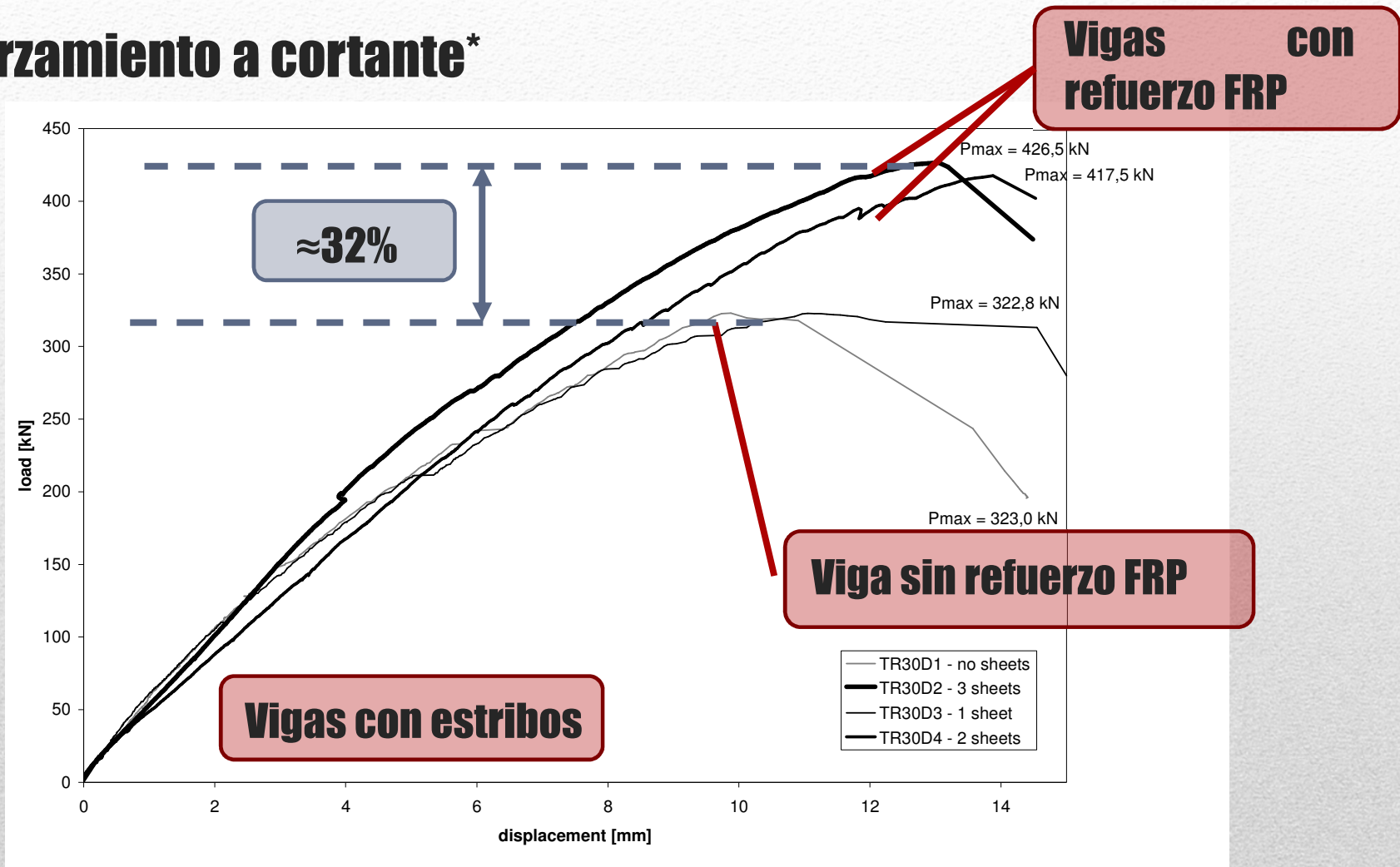
## Reforzamiento a cortante\*



\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)

# FRPs

## Reforzamiento a cortante\*



\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)

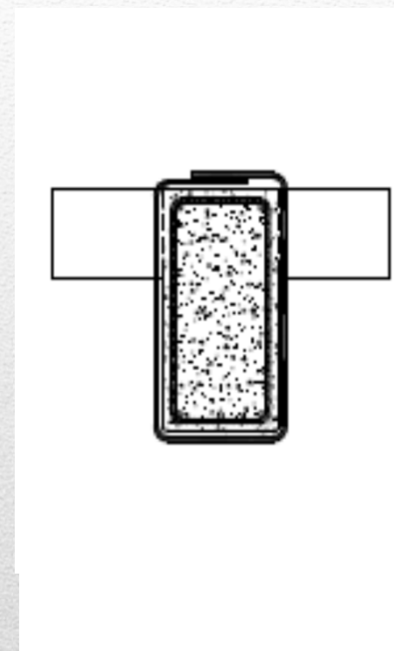


## Reforzamiento a cortante (sin anclajes)





## Reforzamiento a cortante (con anclajes)





# FRPs

## Confinamiento\*

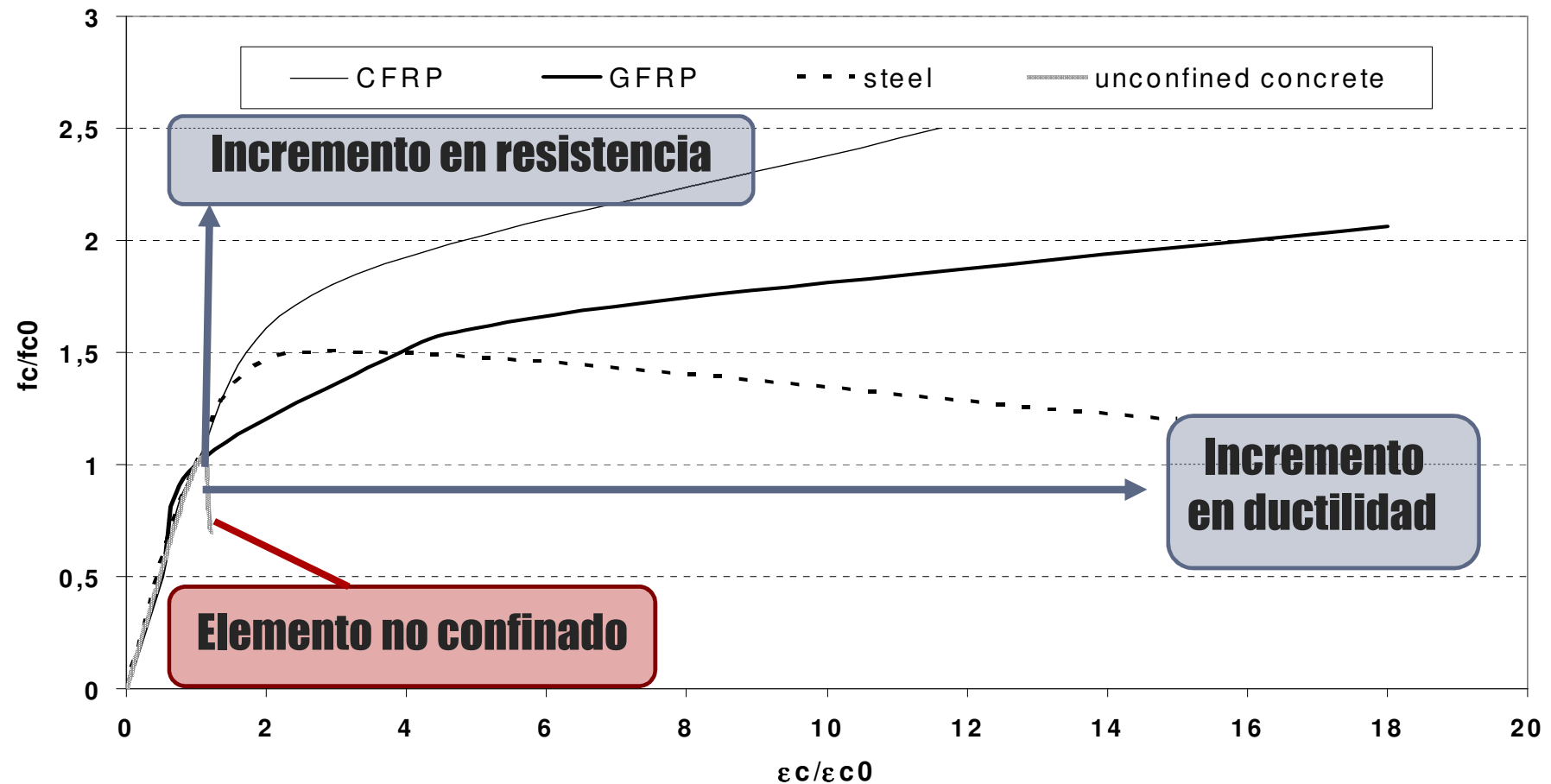


**\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)**



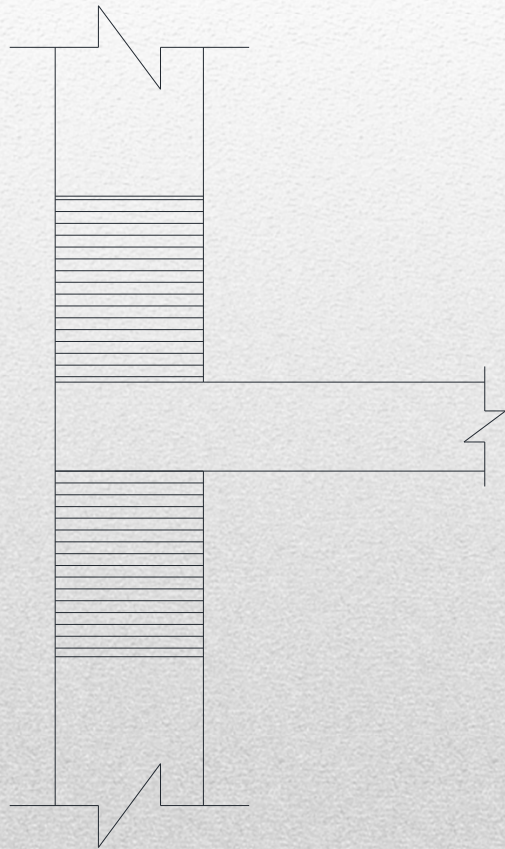
# POLIMEROS REFORZADOS CON FIBRAS

## Confinamiento\*



\*Ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad de Padua (Italia)

# Confinamiento





# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**Paso 1: Eliminación de acabados superficiales**



**Paso 3: Redondeado de las esquinas 20 mm**

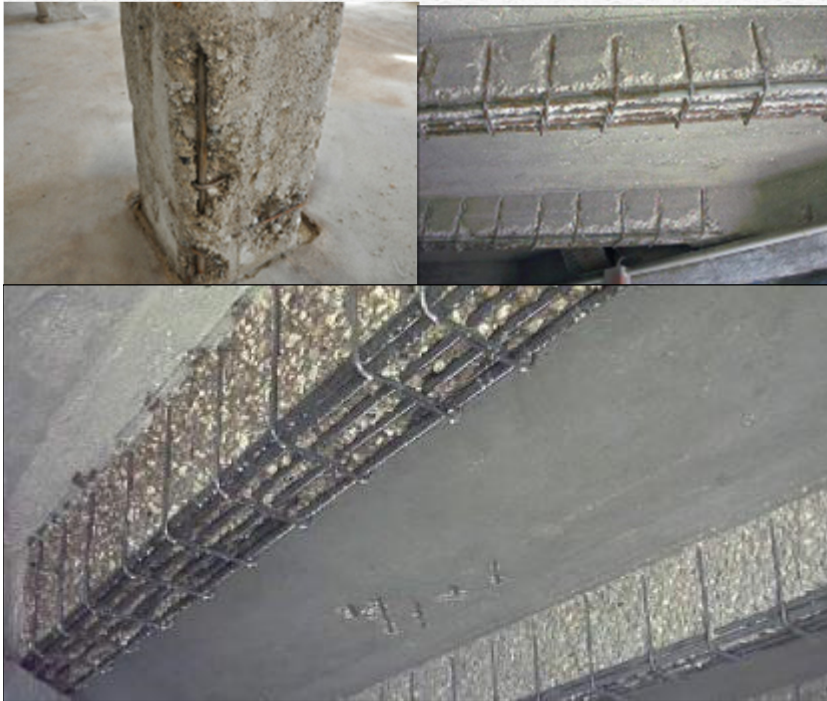


**Paso 2: Limpieza general**



# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**\* Los pasos 4 a 7 deben realizarse solo en el caso de daños presentes en la estructura (reparación)**



**Paso 4: Tratamiento barras de refuerzo FERROSAN**

**Paso 5: Reparación de grietas estructurales**





# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

\* Los pasos 4 a 7 deben realizarse solo en el caso de daños presentes en la estructura (reparación)

**Paso 6: Reconstrucción de la sección con mortero CONCRETE ROCK V-V2**



**Paso 7: Redondeado de las esquinas (PASO 3)**



# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**\* Los pasos 8 y 9 deben realizarse cuando sea recomendado por el fabricante y/o por el diseñador**

**Paso 8: Preparación de la superficie con resinas RESIN PRIMER Y RESIN 90 (concretos porosos)**

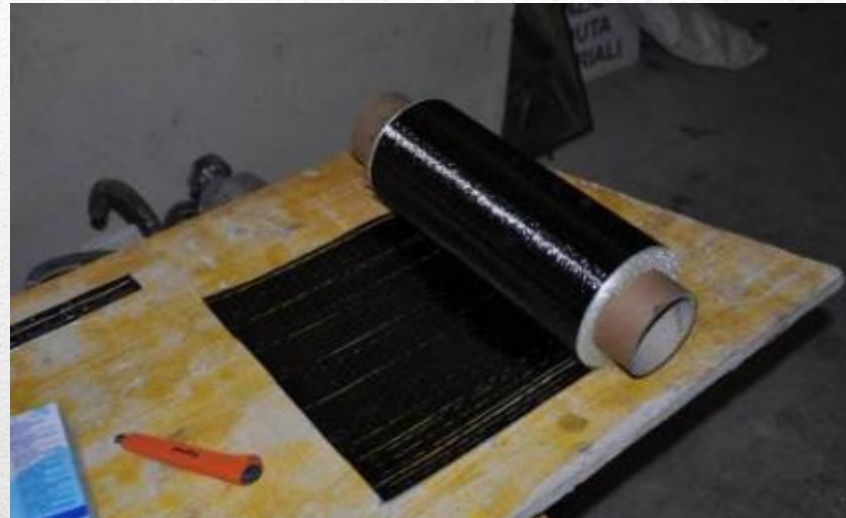
**Paso 9: Preparación de la superficie con morteros (superficies irregulares)**





# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**Paso 10: Corte de las fibras de acuerdo con las especificaciones del diseñador**



**Paso 11: Aplicación de la primera capa de adhesivo RESIN 75 sobre la superficie preparada**





# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**Paso 12: Aplicación de la primera capa de tejido C-SHEET**





# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

**Paso 13: Impregnación con ayuda de rodillo metálico**



**Paso 14: Aplicación segunda capa de adhesivo RESIN 75**

**Paso 15: Uso de rodillo metálico para eliminar burbujas/arrugas**



# PROCEDIMIENTO DE REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO CON FIBRAS DE CARBONO

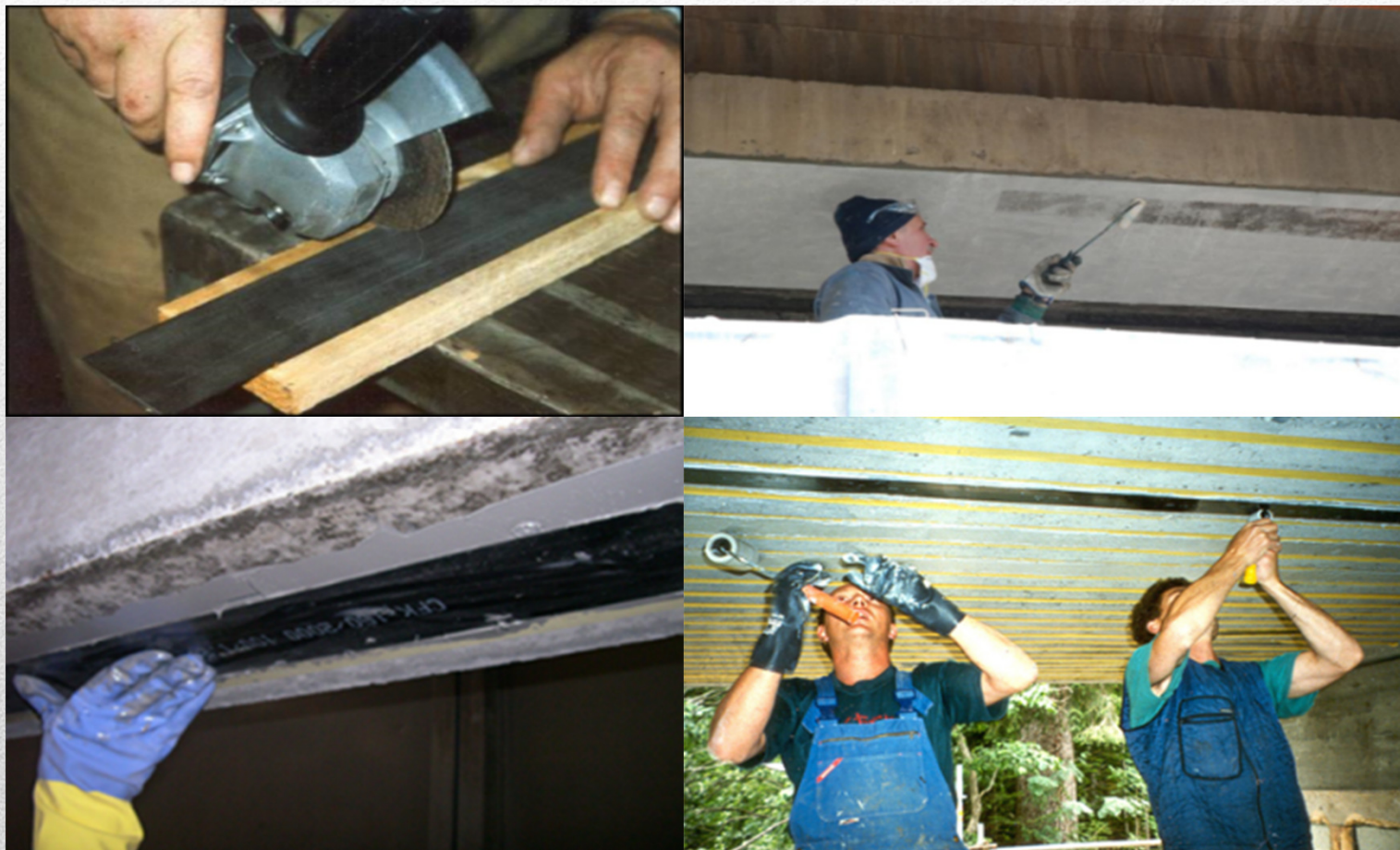
**Paso 16: Repetición de pasos 12-15 según el numero de capas**

**Paso 17: Espolvorear arena fina en la última capa con el fin de garantizar adherencia de pintura/acabados**





# REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON LAMINAS DE FIBRA DE CARBONO\*



**\*Procedimiento similar a fibras de carbono con Lamelle CFK y adhesivo Resin 90**



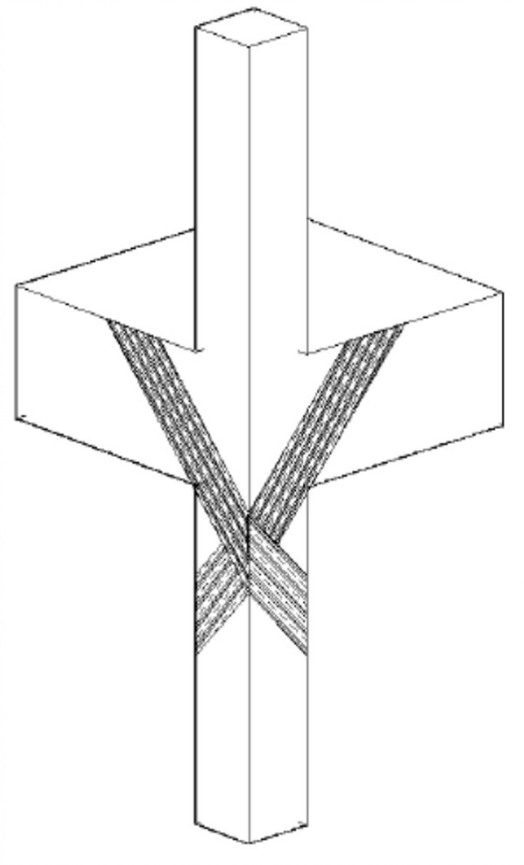
# REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO CON FIBRAS UNIDIRECCIONALES DE ACERO UHTSS\* STEEL NET



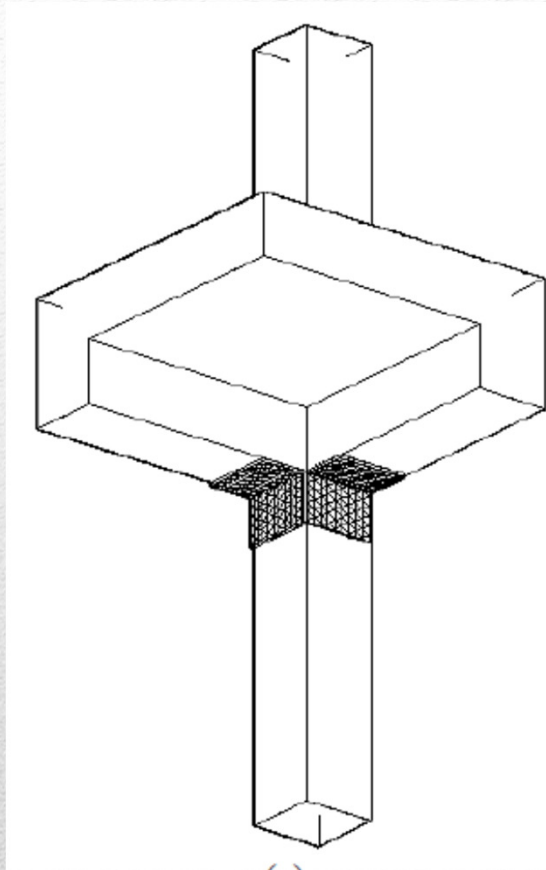
**\*Procedimiento similar a fibras de carbono con acero STEEL NET y adhesivo Resin 90**



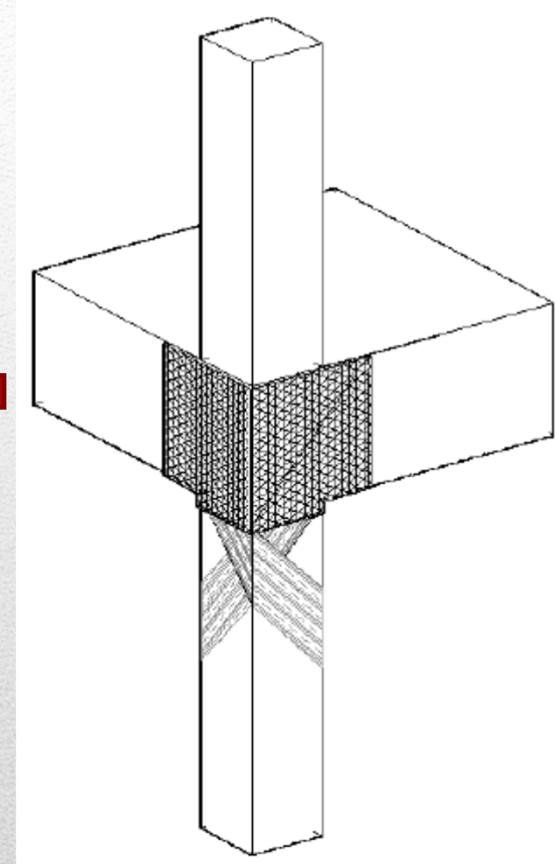
## REFORZAMIENTO DE NUDOS VIGA-COLUMNA



**Reforzamiento para  
fuerzas provenientes  
de los muros**

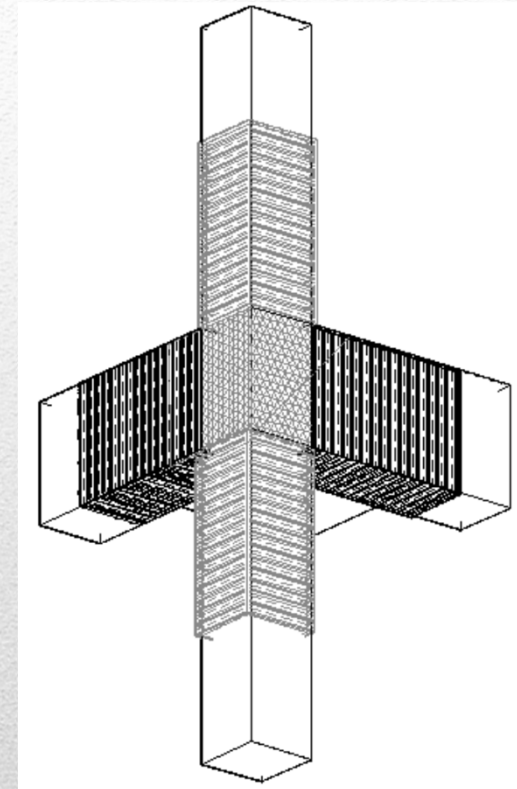
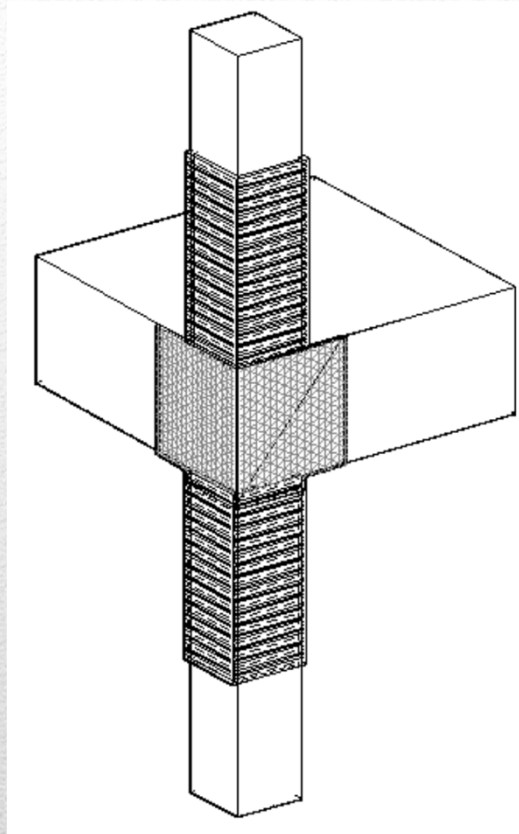
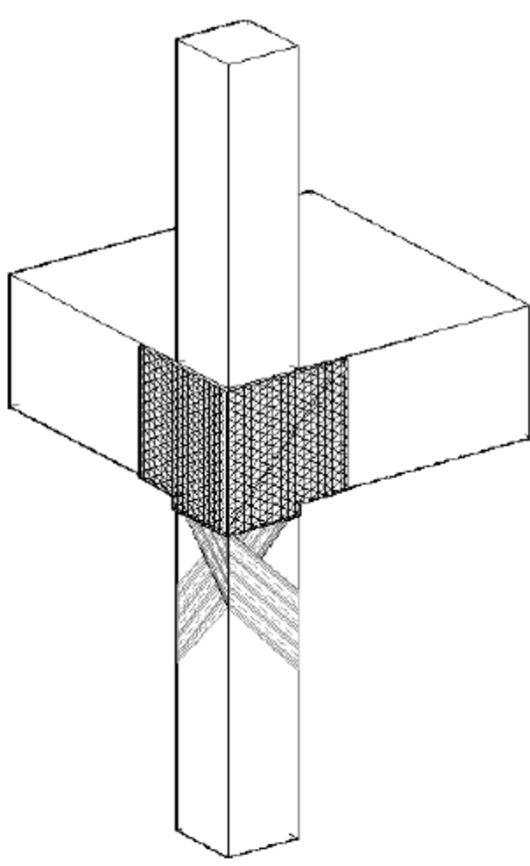


**Franjas en L**



**Reforzamiento a  
cortante del nodo**

## REFORZAMIENTO DE NUDOS VIGA-COLUMNA



**Confinamiento de  
columnas**

**Reforzamiento a  
cortante vigas**



# REFORZAMIENTO DE NUDOS VIGA-COLUMNA

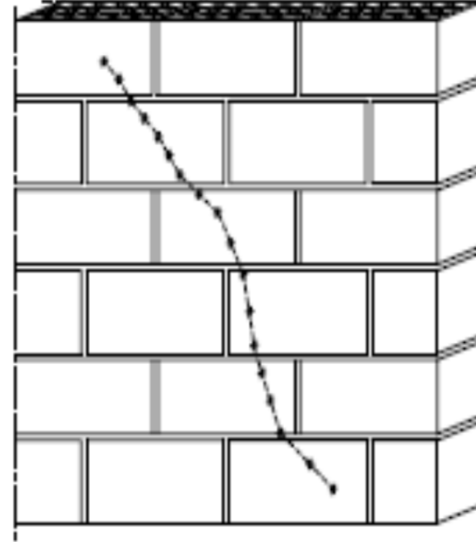
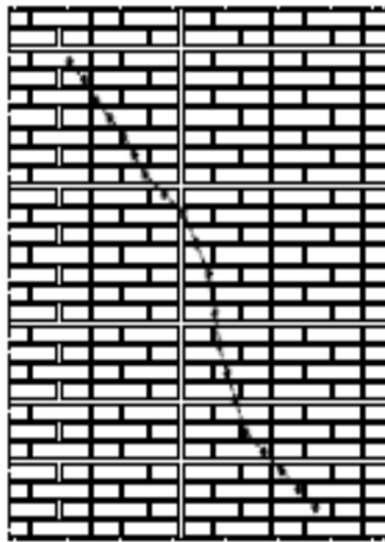


## REFORZAMIENTO DE NUDOS VIGA-COLUMNA





# REPARACIÓN DE MUROS – INYECCIÓN DE FISURAS



**Paso 1: Remoción del acabado**

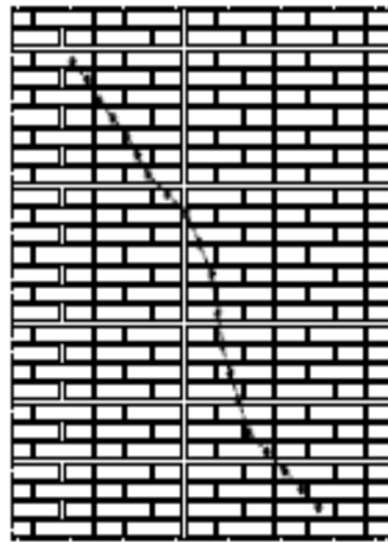
**Paso 2: Selección de puntos de inyección**

**Paso 3: Ejecución de perforaciones**

**Paso 4: Limpieza de las fisuras**

**Paso 5: Sellado de juntas/discontinuidades**

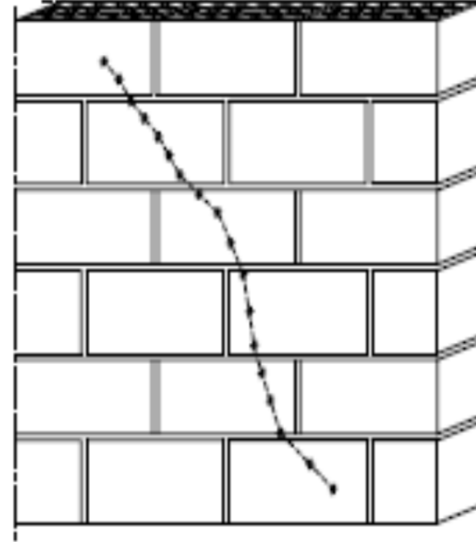
## REPARACIÓN DE MUROS – INYECCIÓN DE FISURAS



**Paso 6: Colocación de las boquillas**

**Paso 7: Saturación interior de la estructura**

**Paso 8: Preparación de la lechada de inyección**



**Paso 9: Inyección de la lechada**

**Paso 10: Retiro de las boquillas (después de comprobar el endurecimiento de la lechada)**



# REPARACIÓN DE MUROS – APLICACIÓN MALLA DE REFUERZO

**Paso 1: Limpieza y saturación del substrato**

**Paso 2: Corte de las fibras**

**Paso 3: Preparación del mortero CONCRETE ROCK S-V**

**Paso 4: Aplicación primera capa de mortero y malla**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**



# CONEXIÓN DE MUROS A VIGAS Y COLUMNAS

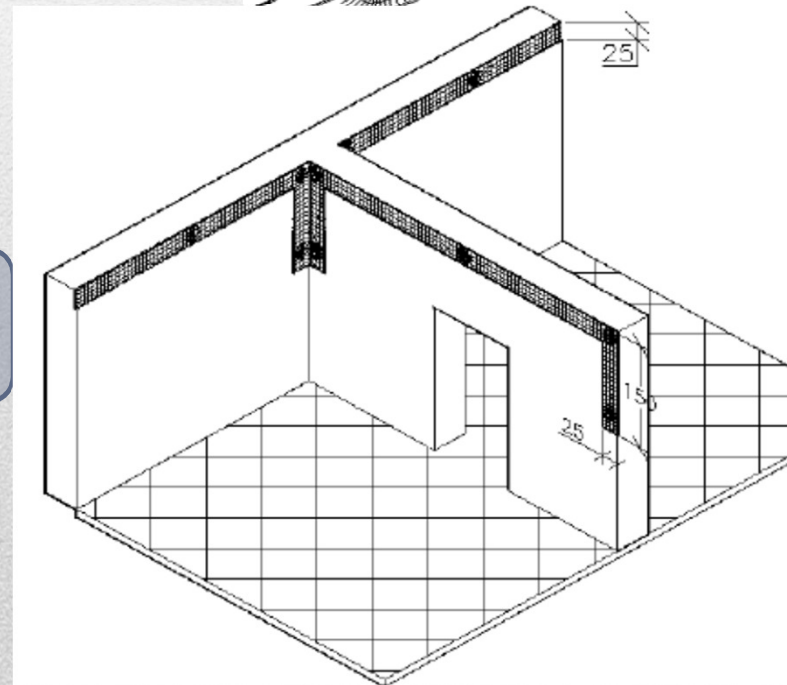
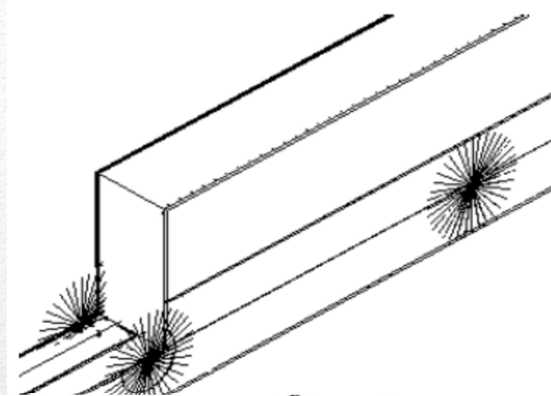
**Paso 1: Remoción del acabado**

**Paso 2: Perforación y sellado del muro**

**Paso 3: Aplicación primera capa de mortero y malla**

**Paso 4: Inserción de conectores AFIX-GFIX 10**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**





# CONEXIÓN DE MUROS A VIGAS Y COLUMNAS

**Paso 1: Remoción del acabado**

**Paso 2: Perforación y sellado del muro**

**Paso 3: Aplicación primera capa de mortero y malla**

**Paso 4: Inserción de conectores AFIX-GFIX 10**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**



# REFORZAMIENTO DE MUROS\*

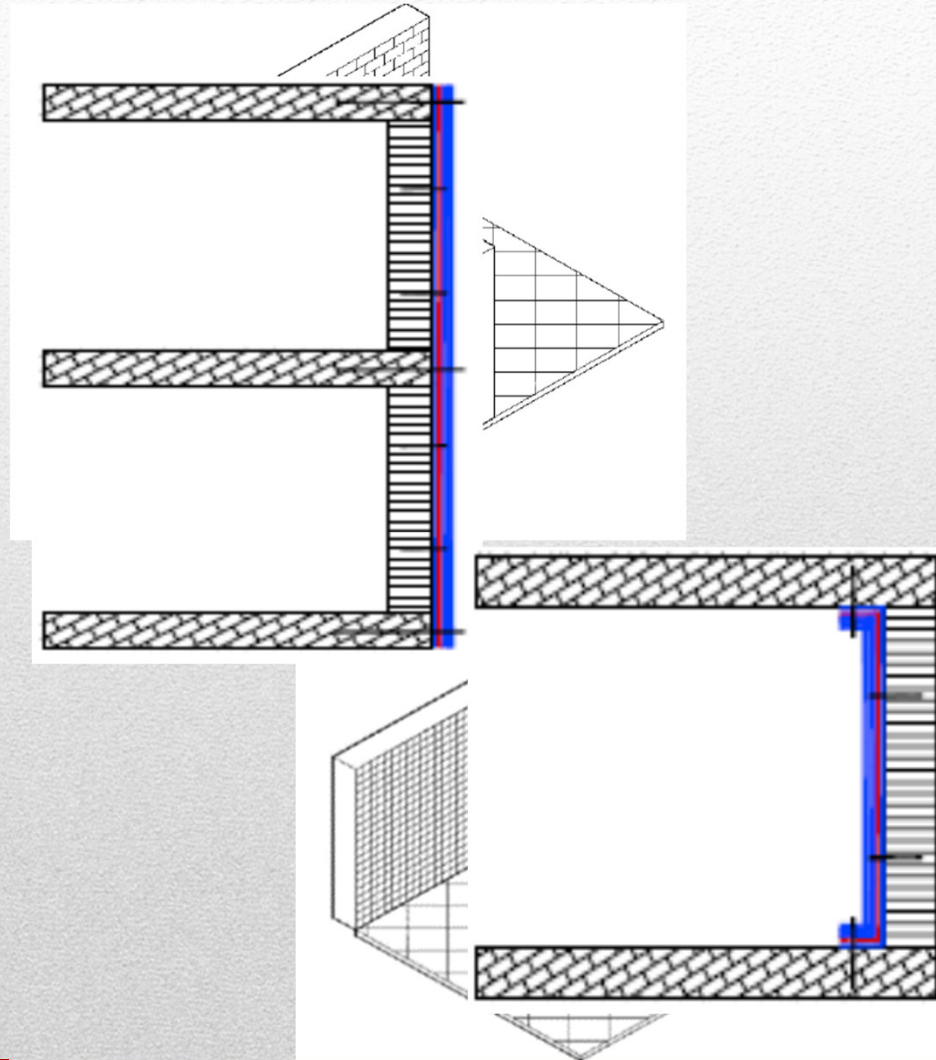
**Paso 1: Remoción del acabado**

**Paso 2: Perforación y sellado del muro**

**Paso 3: Aplicación primera capa de mortero y malla**

**Paso 4: Inserción de conectores AFIX-GFIX 10**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**





# REFORZAMIENTO DE MUROS\*

**Paso 1: Remoción del acabado**

**Paso 2: Perforación y sellado del muro**

**Paso 3: Aplicación primera capa de mortero y fibra**

**Paso 4: Inserción de conectores AFIX-GFIX 10**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**



**\*Procedimiento igual al anteriormente descrito**



## CONEXIÓN DE MUROS \*

**Paso 1: Remoción del acabado**

**Paso 2: Perforación y sellado del muro**

**Paso 3: Aplicación primera capa de mortero y malla**

**Paso 4: Inserción de conectores AFIX-GFIX 10**

**Paso 5: Aplicación segunda capa de mortero**



**\*Procedimiento igual al anteriormente descrito**



# ANCLAJES

**Franjas FRP/SRP**

**Conectores  
AFIX-SFIX 10 en  
abanico**

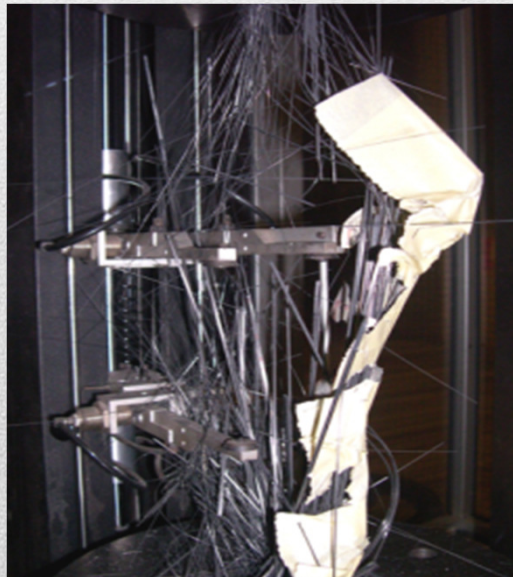
**Placas y  
ángulos de  
acero o  
aluminio**





# PRUEBAS DE ACEPTACIÓN MATERIALES

**Materiales  
Prueba de  
traccion**





# PRUEBAS DE ACEPTACIÓN TRABAIOS

**Calidad de los  
trabajos- pull off**



# FRP TRAINING COURSE

## MODULO 7 : PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

Copyright 2018- Este curso de capacitación en formato electrónico con textos, fotos y dibujos es propiedad de la compañía italiana G & P intech y está protegida por derechos de autor y copyright 2018. Está prohibido imprimir, copiar, reproducir, incluso parcialmente, para difundir el documento por correo electrónico, internet sin el permiso expreso por escrito de los autores y G & P intech. Cualquier violación de lo anterior será castigada de acuerdo con las regulaciones nacionales e internacionales vigentes en materia de derechos de autor y copyright.

[www.gpintech.com](http://www.gpintech.com)

[info@gpintech.com](mailto:info@gpintech.com)

**Febrero 5-9, 2018 (Vicenza-Italia)**

---

