



80 AÑOS  
CONSTRUYENDO  
FUTURO



CONSTRUYENDO  
CONFIANZA

20 de Octubre de 2020

---

# TÉCNICAS DE REPARACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Ing. Fernanda Sarmiento

TM ENGINEERED REFURBISHMENT  
DEPARTAMENTO TÉCNICO - SIKA ARGENTINA SA

CURSO **WEB**

## ANTES DE COMENZAR...

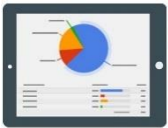
### Preguntas frecuentes



Registre sus preguntas en cualquier momento durante la transmisión del webinar, utilizando la opción de preguntas o botón de chat del panel de **GoToWebinar**. Sus preguntas serán respondidas por correo electrónico luego de finalizada la presentación.



El archivo de esta presentación y el video de este webinar se encontrarán disponibles en la página web de ICPA en los próximos días.



Por favor, complete la encuesta de satisfacción que observará en pantalla al concluir la presentación. Nos ayuda a mejorar en vista a las próximas actividades.



El certificado de participación se enviará por correo electrónico a cada asistente, 1 hora después de finalizado este webinar.



# SISTEMAS SIKA PARA LA REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

ING. FERNANDA SARMIENTO - TM ENGINEERED REFURBISHMENT  
DEPARTAMENTO TÉCNICO - SIKA ARGENTINA

BUILDING TRUST



# AGENDA

1. CONCEPTO DE REHABILITACIÓN: REPARACIÓN + REFUERZO
2. METODOLOGÍA SIKA PARA REPARACIÓN
  - Resumen de causa de los daños.
  - Proceso de reparación según normativas.
  - Líneas para reparación estructural de Sika.
    - ✓ Reparación de fisuras
    - ✓ Introduciendo el concepto de: control de la corrosión
    - ✓ Morteros de reparación
3. Y SI HAY QUE REFORZAR?
  - Motivos del reforzamiento.
  - Análisis de los 11 métodos de refuerzo de estructuras, su durabilidad y eficiencia.

# PORQUÉ ES NECESARIO REHABILITAR EL HORMIGÓN?



# PORQUÉ ES NECESARIO REHABILITAR EL HORMIGÓN?



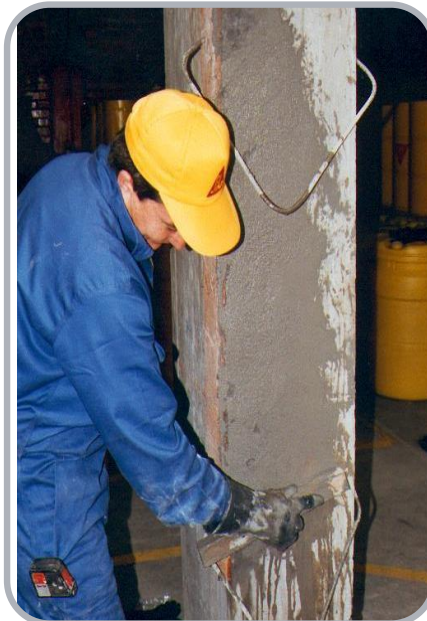
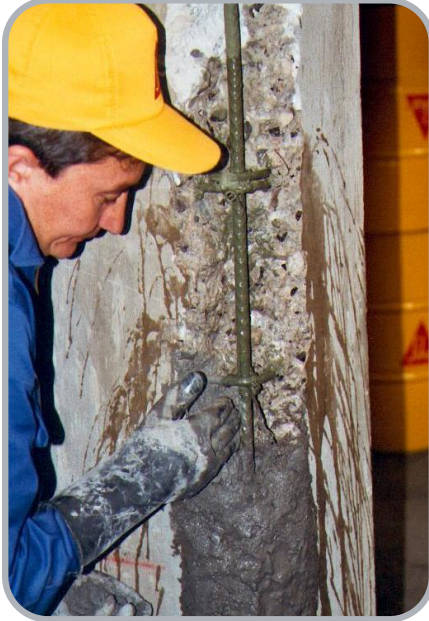
Defecto  
Anomalía  
Falla\*

Mantenimiento pobre  
o inexistente

\*En caso que se confirme una falla, después de reparar, comienza el proceso de refuerzo

# Rehabilitación de estructuras

## Reparar



## Reforzar



# PASOS DEL PROCESO DE REHABILITACIÓN



Recolectar información de la estructura

Ejecutar un diagnostico

Establecer los objetivos de la rehabilitación

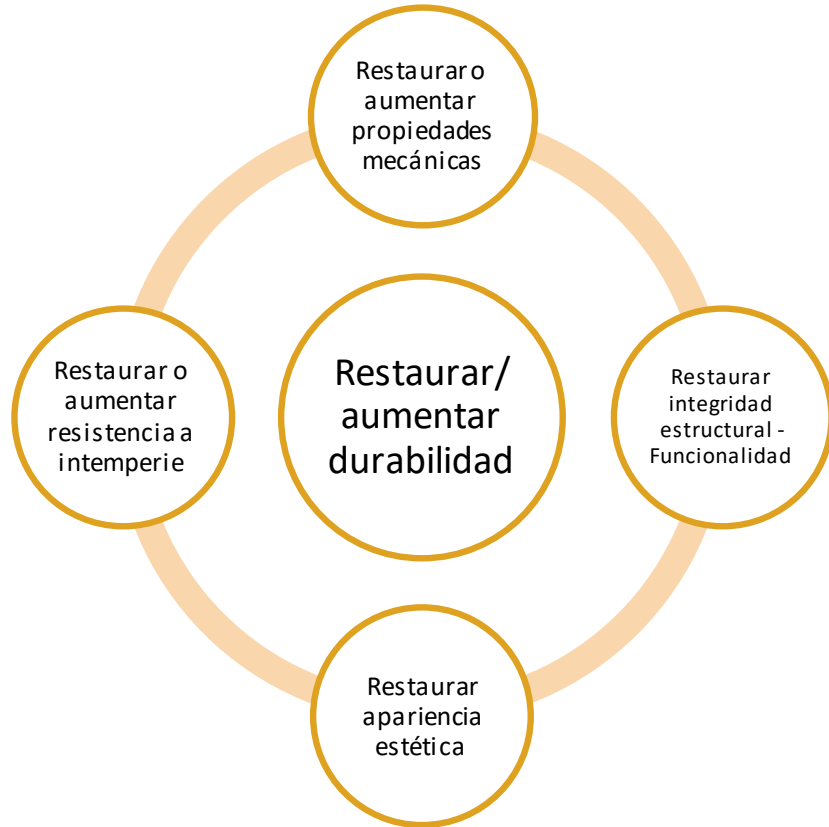
Diseñar los trabajos

Ejecutar los trabajos





# OBJETIVOS DEL PROCESO DE REHABILITACIÓN DE HORMIGÓN



# INVESTIGACIÓN: CAUSAS COMUNES DE DETERIORO DE ESTRUCTURAS



Recolectar información de la estructura

Ejecutar un diagnóstico

Establecer los objetivos de la rehabilitación

Diseñar los trabajos

Ejecutar los trabajos

# CIRSOC – (ACI 318)

## 2.2. REQUISITOS POR DURABILIDAD

- Respetar los recubrimientos mínimos.
- Asegurar el control de deformaciones para evitar que el ancho de **fisuras** alcance valores críticos que afecten la durabilidad de las armaduras.
- Utilizar diseños geométricos que impidan la permanencia de agua sobre los elementos estructurales no sumergidos o enterrados.
- Evitar los diseños con aristas vivas en los elementos que estarán sometidos a ambientes agresivos
- Explicitar, para el período de servicio, un plan de inspecciones sistemáticas destinadas al reconocimiento temprano de daños o indicios de daños y **su oportuna reparación.**



## CIRCOC - 24.9. REPARACION DE DEFECTOS DE TERMINACION SUPERFICIAL

Los defectos que habitualmente se deben reparar son los siguientes:

- Segregación del hormigón y deficiencias de mortero o mala compactación.
- Cavidades dejadas por la remoción de los elementos de fijación colocados en los extremos de los pernos, bulones u otros elementos internos utilizados para armar y mantener a los encofrados en sus posiciones definitivas.
- Agrietamientos o roturas producidas por la remoción de los encofrados y elementos de sostén, o por otras causas.
- Depresiones superficiales, rebabas, protuberancias o convexidades originadas por defectos de construcción de los encofrados, movimientos de los mismos, o **por otras causas.**



# CAUSAS COMUNES DE DETERIORO DE ESTRUCTURAS

- Deficiencia estructural como resultado de errores de diseño, cargas inesperadas, impactos, entre otros.
- Deficiencia estructural por desvíos constructivos.
- Daños por incendios, inundaciones, sismos, etc.
- Daños por ataques físicos/químicos.
- Daños por ambientes agresivos (e.g. ambientes marinos).
- Daños por abrasión con material granular.
- Movimiento de hormigón por características físicas.



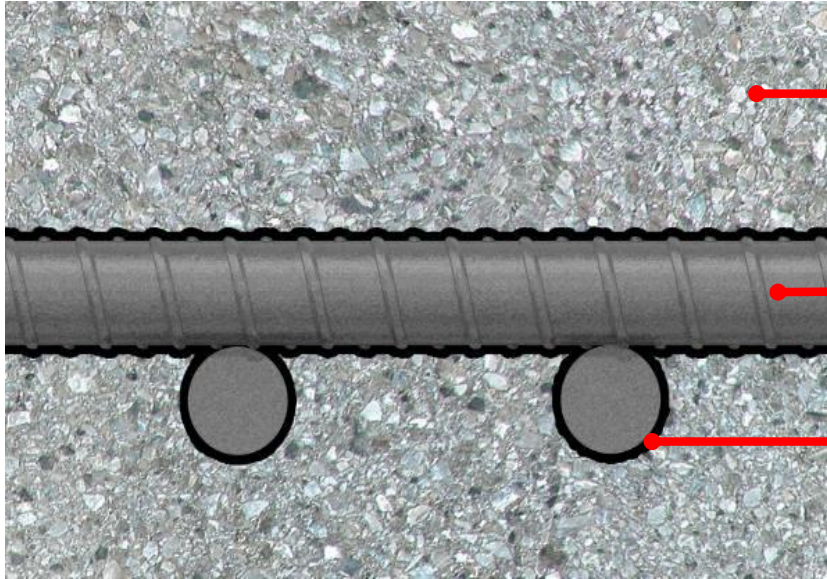
# ENFOCÁNDONOS EN EL ATAQUE FÍSICO/QUÍMICO:

- Corrosión del acero de refuerzo
- Carbonatación
- Ataque de cloruros
- Ataque por hielo-deshielo
- Reacción Álcali- Agregado
- Ataques por sulfatos
- Ataques químicos específicos



# PROTECCIÓN NATURAL DEL ACERO EN EL HORMIGÓN

El ambiente alcalino genera una micro película que protege al acero de refuerzo de la corrosión



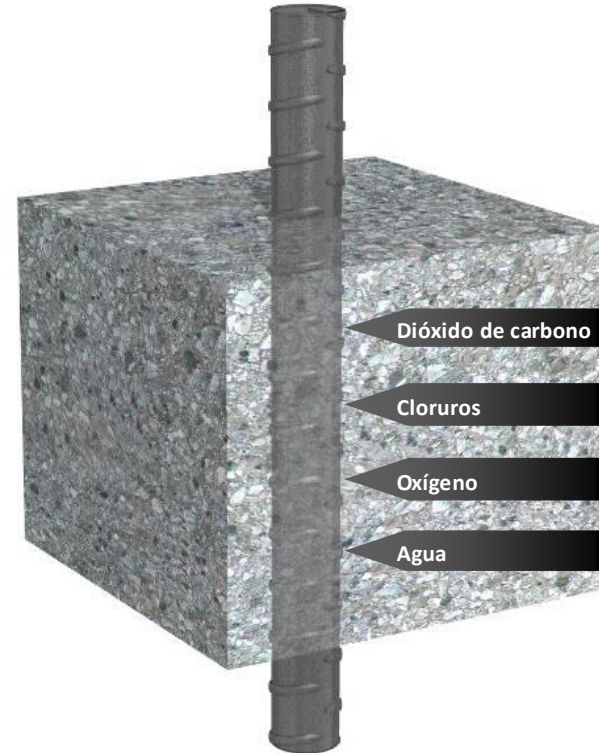
Hormigón pH 12.5 - 13.5

Barra de refuerzo

Capa pasiva de protección  
(espesor de 1.0 nanómetro)

# INFLUENCIAS QUE DESPASIVAN LA CAPA DE PROTECCIÓN

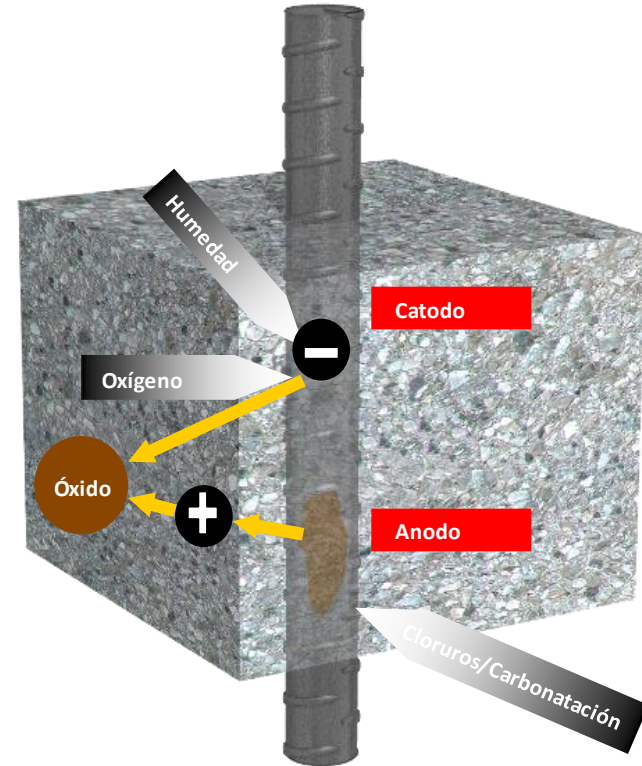
- Bajo espesor de recubrimiento
- Permeabilidad del hormigón:
  - Alta porosidad
  - Mala compactación
  - Falta de curado
  - Juntas mal tratadas
  - Grietas
- Ambiente agresivo
- Alta humedad relativa





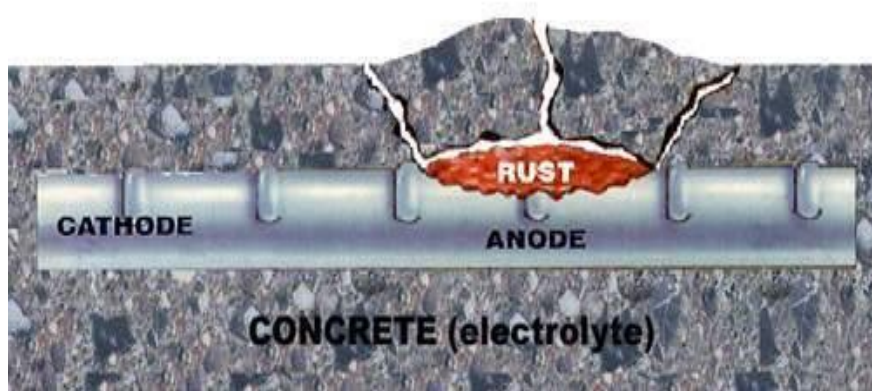
# CONDICIONES PARA LA CORROSIÓN DEL ACERO

- Etapa 1
  - Rotura de la capa de protección por:
    - Carbonatación
    - Ataque de cloruros
    - Ataque por hielo-deshielo
    - Ataques químicos
    - ...
- Etapa 2
  - Formación del electrolito
  - Humedad en el hormigón
- Etapa 3
  - Formación de la pila de corrosión
  - (ánodo y cátodo)



# RESULTADO DE LA CORROSION EN EL HORMIGÓN

El volumen del oxido es aprox. 2,5 mayor que el del acero → cargas internas → delaminado de recubrimiento!



# CARBONATACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN



- La **carbonatación del hormigón** es el proceso por el cual el dióxido de carbono del aire penetra en el hormigón a través de poros, defectos o grietas y reacciona con el hidróxido de calcio para formar carbonatos de calcio.

# ATAQUE DE CLORUROS – CORROSIÓN POR CLORUROS

- Sal de deshielo
- Ambientes marinos
- Sal industrial (agente suavizante)
- Sal comestible (quesos, producción de alimentos)
- Piletas y balnearios (sales y cloro, etc.)
- Combustión de PVC



# ATAQUE POR HIELO Y DESHIELO



- Descascaramiento de la superficie
- La exposición de los agregados
- Grietas paralelas en la superficie
- Posibles espacios en torno a los agregados



- Se produce principalmente en el hormigón saturado
- El hielo ocupa ~ 9% más volumen que el agua
- Si no hay espacio para que el agua se expanda, entonces puede afectar al hormigón
- Comienza desde el primer ciclo de hielo-deshielo

# REACCIÓN ÁLCALI-AGREGADO (AAR)

- La **reacción álcali-agregado** es la reacción expansiva que tiene lugar en el hormigón entre el álcali (contenido en la pasta de cemento) y los elementos de un agregado.
- La reacción más común es la **reacción álcali-silícea (ASR)**: los agregados que contienen ciertas formas de sílice reaccionarán con el hidróxido alcalino del hormigón para formar un gel que se hincha a medida que absorbe agua de la pasta de cemento circundante o del medio ambiente. Estos geles pueden inducir suficiente presión expansiva para dañar el hormigón



# REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN REFORZADO

Algunos casos concretos:



CARBONATACION

# REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN REFORZADO

Algunos casos concretos:

(Ambiente marino-urbano)



ATAQUE DE CLORUROS



# REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN REFORZADO

Algunos casos concretos:

(Ambiente marino)



ATAQUE DE CLORUROS

# LÍNEA DE REPARACIÓN DE SIKA



Recolectar información de la estructura

Ejecutar un diagnóstico

Establecer los objetivos de la rehabilitación

Diseñar los trabajos

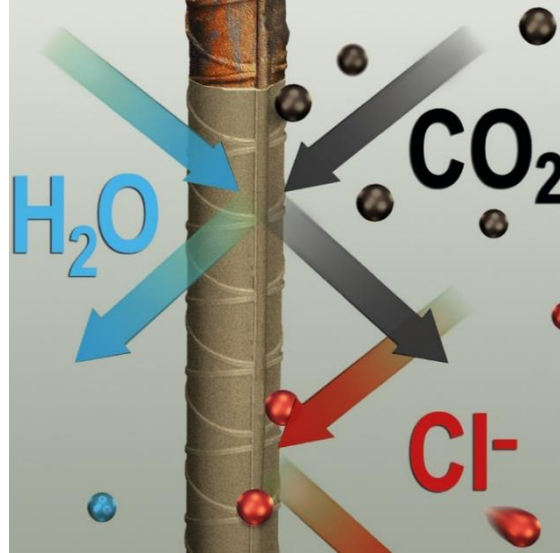
Ejecutar los trabajos

# SISTEMAS DE REPARACIÓN DE PATOLOGÍAS EN HORMIGÓN

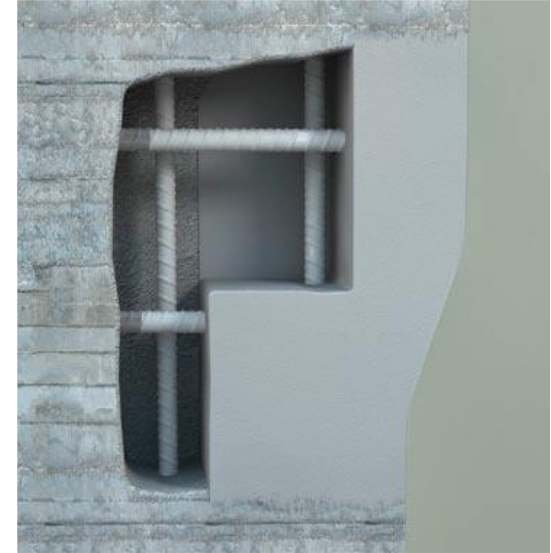
- Reparación de fisuras



- Control de la corrosión



- Reparación de estructuras de hormigón



# EN 1504 - PRINCIPIOS

- **EN 1504 - 1** Describe **términos y definiciones** incluidos en la norma.
- **EN 1504 - 2** Proporciona especificaciones para **productos / sistemas de protección superficial del hormigón**.
- **EN 1504 - 3** Proporciona especificaciones para la **reparación estructural y no estructural**.
- **EN 1504 - 4** Proporciona especificaciones para la **adherencia estructural**.
- **EN 1504 - 5** Proporciona especificaciones para la **inyección de hormigón**.
- **EN 1504 - 6** Proporciona especificaciones para el **anclaje de barras de armado**.
- **EN 1504 - 7** Proporciona especificaciones para la **protección de la armadura contra la corrosión**.
- **EN 1504 - 8** Describe el **control de calidad** y la **evaluación de la conformidad** para los fabricantes de materiales.
- **EN 1504 - 9** Define los **principios generales** para el uso de productos y sistemas para la reparación y protección de hormigón.
- **EN 1504 - 10** Proporciona información sobre **aplicación en obra de productos y control de calidad de las obras**.

# OBJETIVO DE REPARACIÓN DE FISURAS SEGÚN ACI 224.1R



American  
Concrete  
Institute

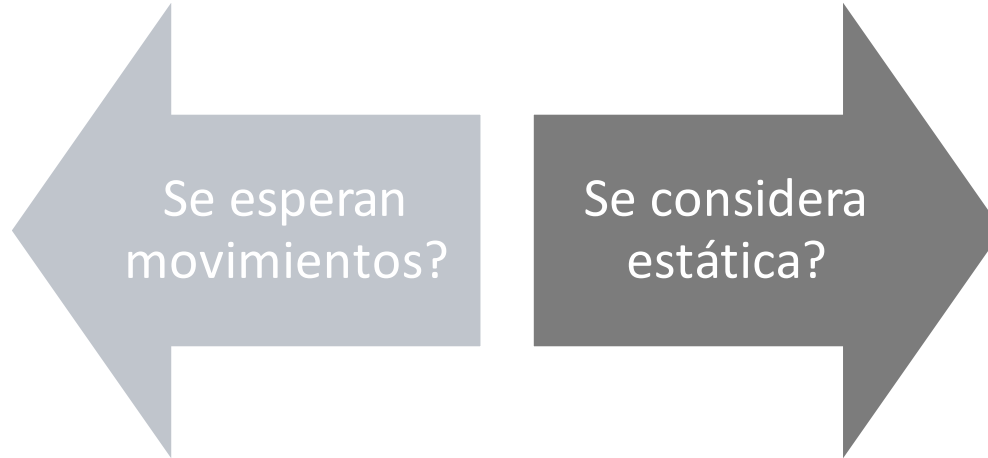
1. Restablecer y aumentar la resistencia;
2. Restablecer y aumentar la rigidez;
3. Mejorar la funcionalidad;
4. Lograr impermeabilidad;
5. Mejorar la apariencia de la superficie de hormigón;
6. Mejorar la durabilidad; y/o
7. Impedir que se desarrolle un ambiente corrosivo en las armaduras.

# ELECCIÓN DE REPARACIÓN DE FISURAS SEGÚN ACI 224.1R

Depende de:




- Ubicación y extensión.
- Indican problemas estructurales o no (causas).
- La naturaleza de los daños

...se puede seleccionar un solo método de reparación o varios.



# MÉTODOS DE REPARACIÓN DE FISURAS SEGÚN ACI 224.1R

## CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE REPARACIÓN DE FISURAS

- 3.2 – Inyección de resinas epoxi  
- 3.3 – Perfilado y sellado
- 3.4 – Costura de fisuras
- 3.5 – Armadura adicional
- 3.6 – Perforación y obturación
- 3.7 – Llenado por gravedad 
- 3.8 – Llenado con mortero
- 3.9 – Colocación de mortero como mezcla seca (Drypacking)
- 3.10 – Detención de fisuras
- 3.11 – Impregnación con polímero
- 3.12 – Sobrecapas y tratamientos superficiales
- 3.13 – Autocurado

## 3.2. INYECCIÓN CON RESINAS EPOXI\*

- Adhesivos de altísima adherencia.
- Polímeros rígidos-> reacción química!
- Método ideal para fisuras de menos de 0,05 mm.
- Fisuras sin movimiento\*\*
- Fisuras sin agua – En ese caso, usar materiales adecuados.
- Requiere un alto grado de capacitación

\* Si la causa que originó la fisuración no se corrige, es probable que vuelva a aparecer una fisura cerca de la fisura original.

\*\*En ese caso, es preferible perfilar y sellar la fisura, tratándola como una junta, o establecer una junta que acomode el movimiento y luego inyectar la fisura con una resina epoxi u otro material adecuado

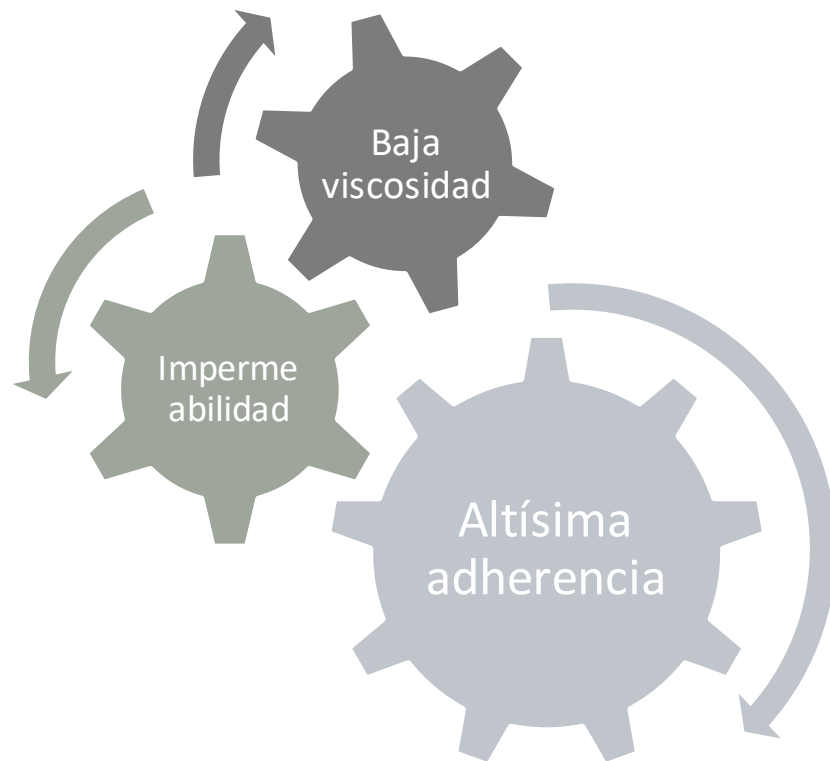


# SIKADUR 52 INYECCIÓN

- Restaura la continuidad estructural.
- Sistema de dos componentes.
- Libre de solventes.
- Baja viscosidad para inyecciones.
- Epoxi de alta resistencia.
- Endurecimiento libre de contracción.
- Para fisuras estáticas de 0,3 mm a 2 mm.



# SIKADUR 52 INYECCIÓN – CARACTERÍSTICAS CLAVE



# SIKADUR 52 INYECCIÓN – MÉTODOS DE APLICACIÓN



APLICACIÓN POR INYECCIÓN



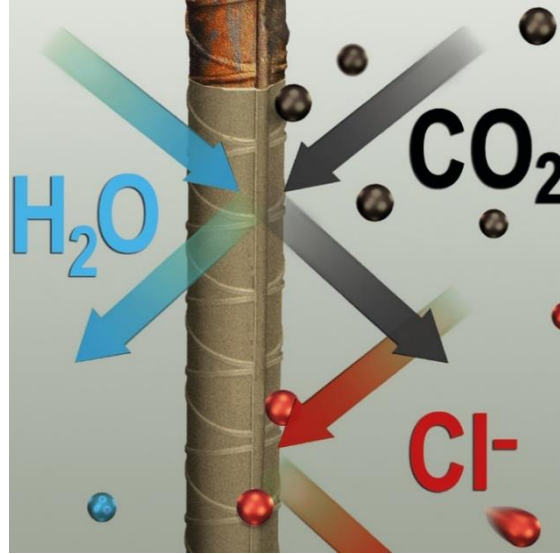
APLICACIÓN POR GRAVEDAD

# SISTEMAS DE REPARACIÓN DE PATOLOGÍAS EN HORMIGÓN

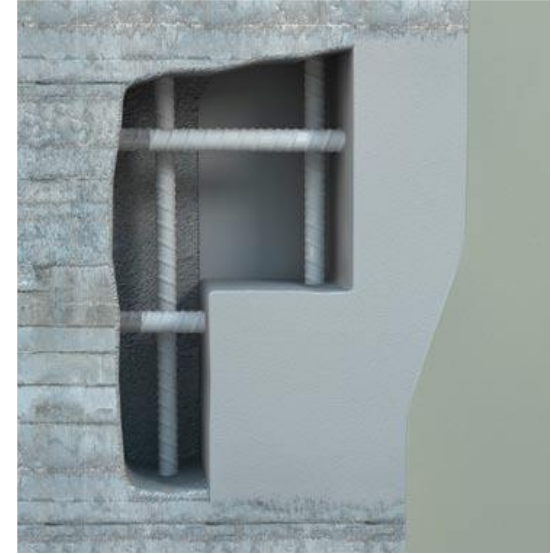
- Reparación de fisuras



- Control de la corrosión



- Reparación de estructuras de hormigón



# Control de la corrosión

## Corrosión localizada

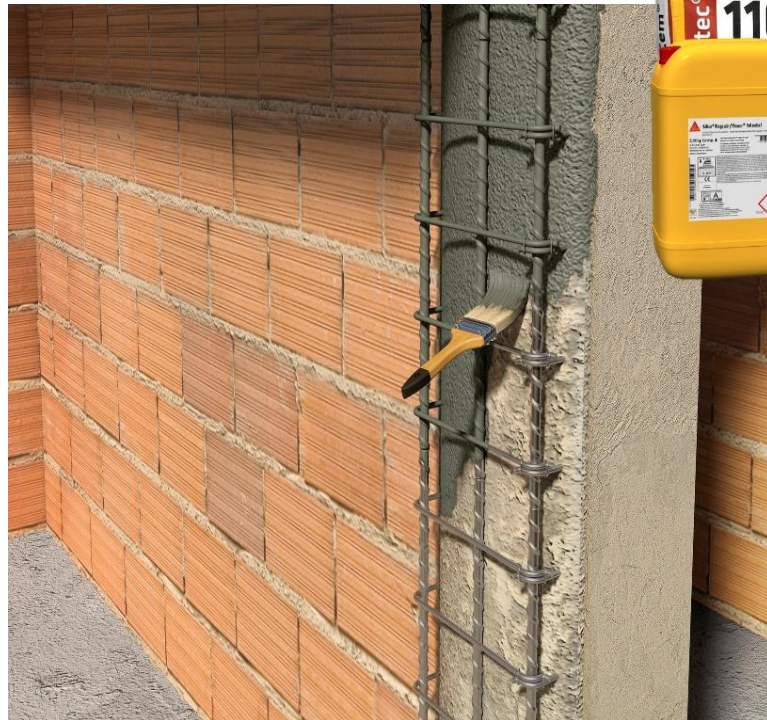


## Corrosión generalizada



# SIKATOP ARMATEC-110 EPOCEM

- Inhibidor de corrosión y puente de adherencia de 3 componentes a base de tecnología híbrida de epoxi y cemento para aplicaciones de alta exigencia.
- Buena resistencia al agua y al cloruro para mejorar la protección de las armaduras de acero.
- Gran adherencia al hormigón y al acero para promover la adhesión entre la estructura existente y el nuevo mortero de reparación de hormigón.



# Control de la corrosión

## Corrosión localizada



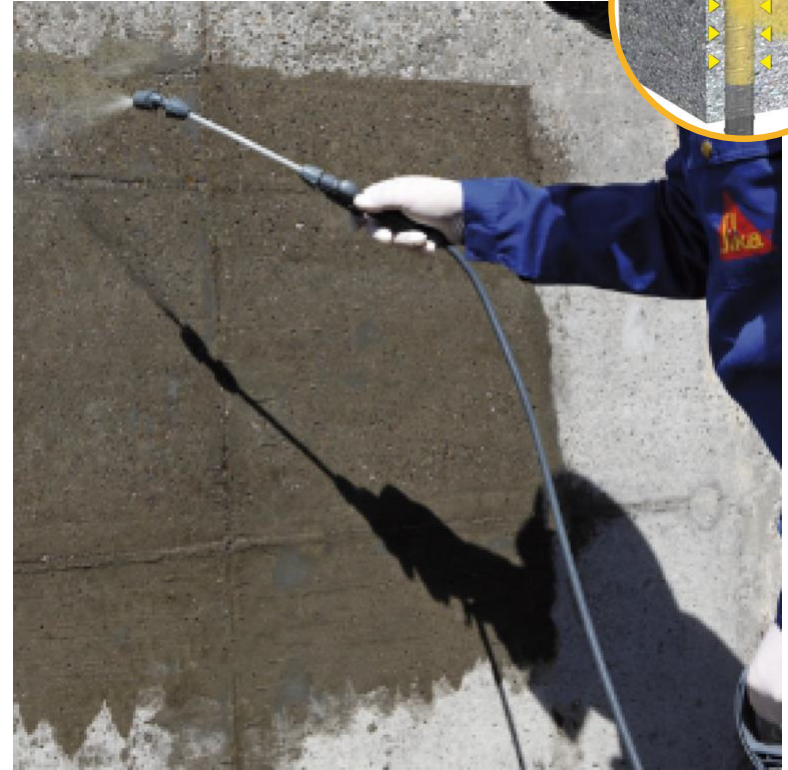
## Corrosión generalizada



# PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

## SIKA FERROGARD -903 PLUS

- Impregnación que protege tanto las partes anódicas como catódicas de la célula de corrosión.
- Este efecto de doble acción retrasa drásticamente el inicio de la corrosión y reduce en gran medida la actividad general de corrosión.
- Sika® FerroGard®-903 Plus protege el acero embebido depositando una barrera física en forma de capa protectora sobre la superficie del refuerzo de acero. Esta barrera inhibe la corrosión del acero.





Soluciones efectivas solo cuando los cloruros no superan el **1%** (en ) peso del cemento

## Corrosión localizada

SikaTop Armatec  
110 EpoCem



## Corrosión generalizada

Sika Ferrogard  
903



EN EL CASO DE ESTRUCTURAS MARINAS??

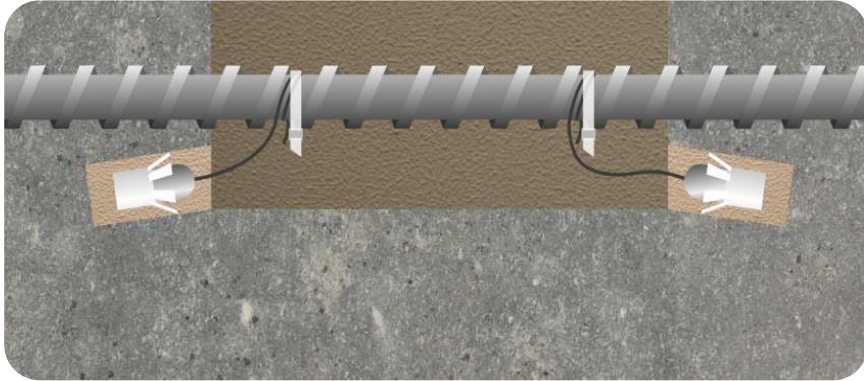


# PROTECCIÓN CATÓDICA

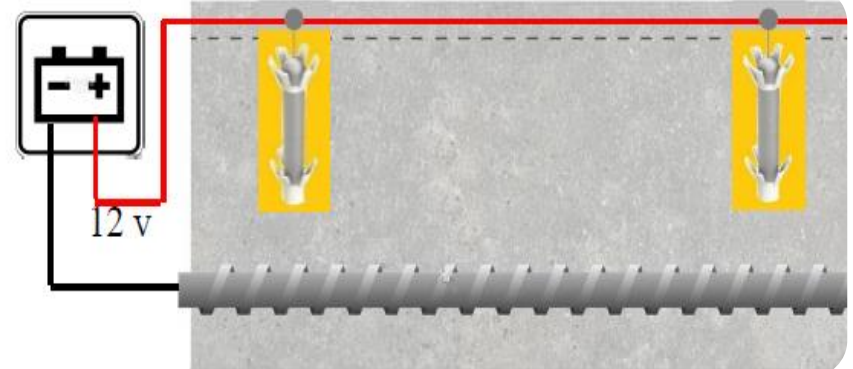
## SIKA FERRODARD ANODES

# Sika FerroGard Anodes

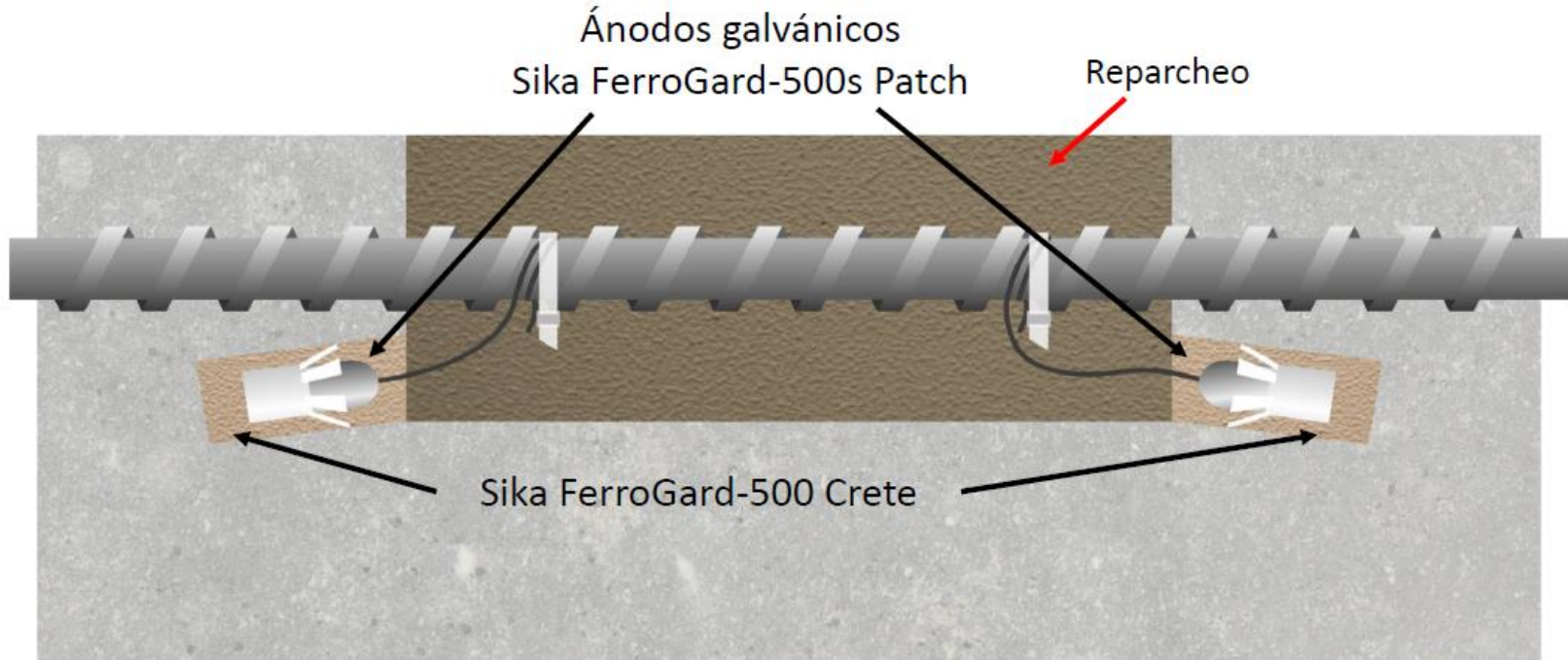
Corrosión localizada  
(Reparcheos)



Corrosión generalizada  
por cloruros

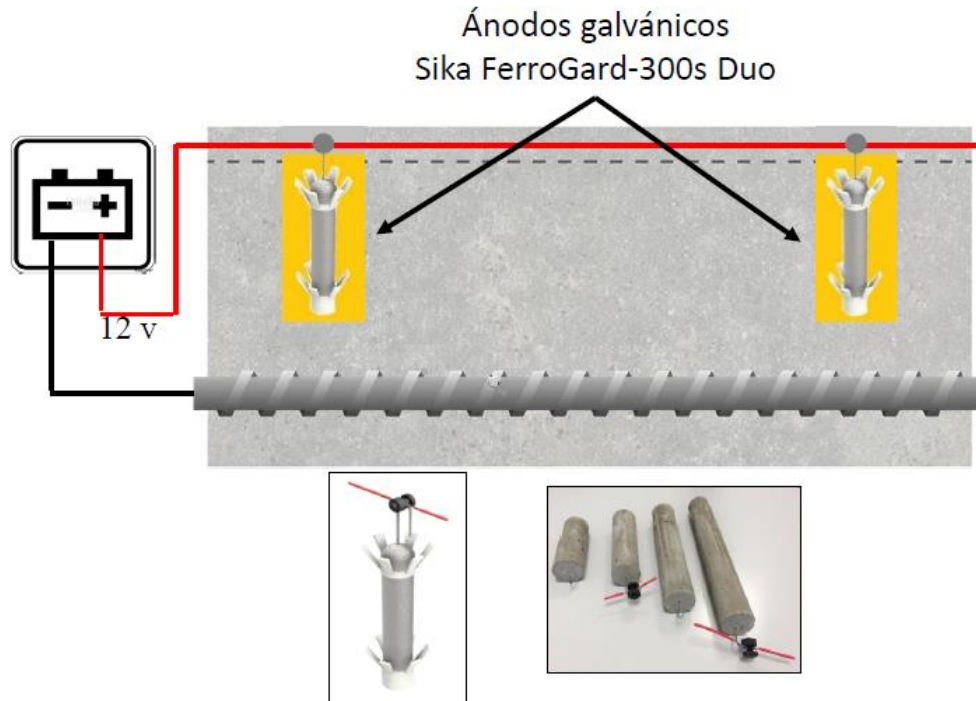


# CORROSIÓN LOCALIZADA- ÁNODOS DE SACRIFICIO



Protección Catódica  
**Sika FerroGard Anodes**

# PROTECCIÓN GENERALIZADA (CLORUROS)

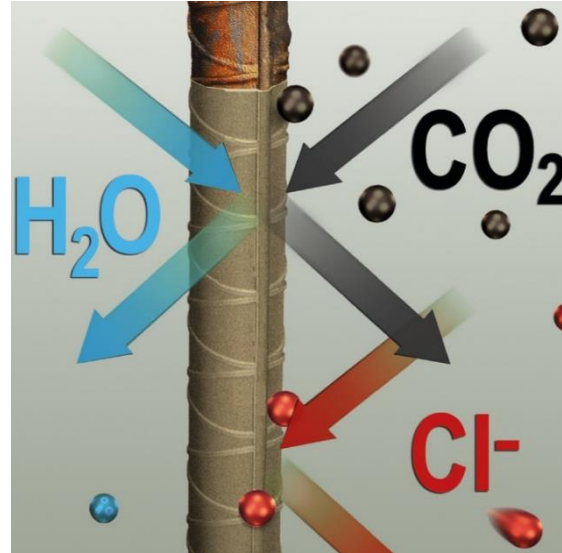


# SISTEMAS DE REPARACIÓN DE PATOLOGÍAS EN HORMIGÓN

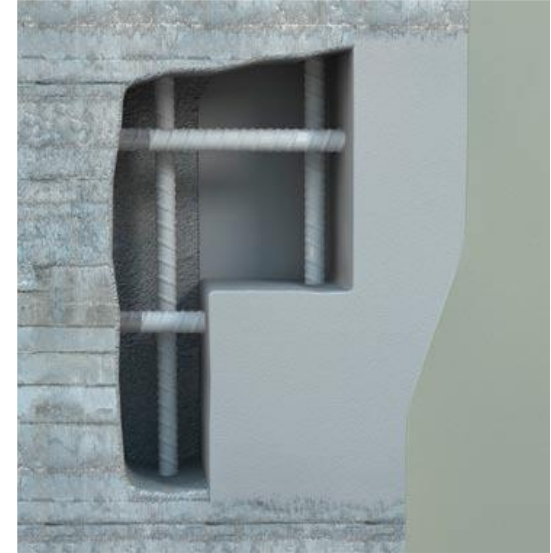
- Reparación de fisuras



- Control de la corrosión

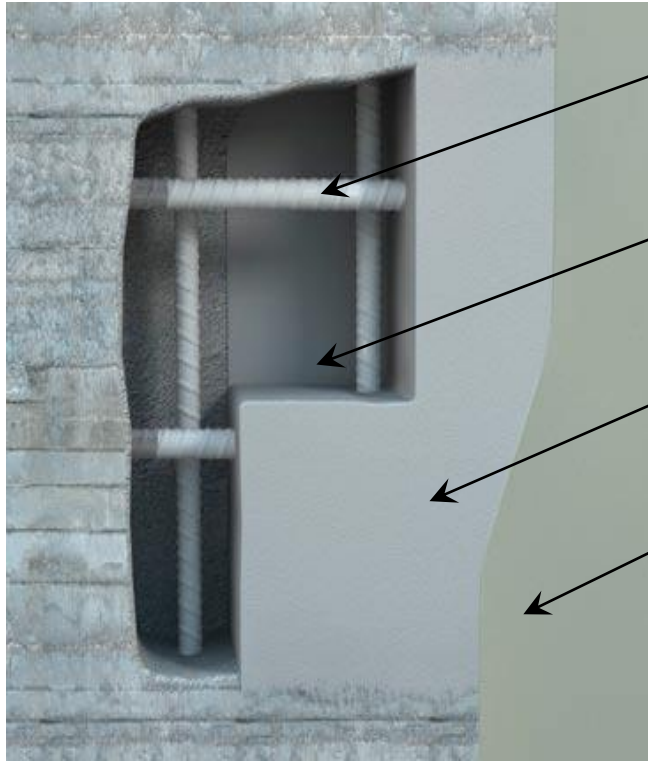


- Reparación de estructuras de hormigón



Item No.	Performance characteristic	Reference substrate (EN 1766)	Test method	Requirement			
				Structural		Non-Structural	
				Class R4	Class R3	Class R2	Class R1
1	Compressive strength	None	EN 12190	≥ 45 MPa	≥ 25 MPa	≥ 15 MPa	≥ 10 MPa
2	Chloride ion Content	None	EN 1015-17	≤ 0,05 %		≤ 0,05 %	
3	Adhesive bond	MC(0,40)	EN 1542	≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa <sup>a</sup>	
4	Restrained shrinkage / expansion <sup>b c</sup>	MC(0,40)	EN 12617-4	Bond strength after test <sup>d e</sup>			No requirement
				≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa <sup>a</sup>	
5	Carbonation <sup>f</sup> Resistance	None	EN 13295	$d_k \leq$ control concrete (MC(0,45))		No requirement <sup>g</sup>	
6	Elastic modulus	None	EN 13412	≥ 20 GPa	≥ 15 GPa	No requirement	
7	Thermal compatibility <sup>f h</sup> Part 1, Freeze-thaw	MC(0,40)	EN 13687-1	Bond strength after 50 cycles <sup>d e</sup>			Visual inspection after 50 cycles <sup>e</sup>
				≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa	
8	Thermal compatibility <sup>f h</sup> Part 2, Thunder shower	MC(0,40)	EN 13687-2	Bond strength after 30 cycles <sup>d e</sup>			Visual inspection after 30 cycles <sup>e</sup>
				≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa <sup>a</sup>	
9	Thermal compatibility <sup>f h</sup> Part 4, Dry cycling	MC(0,40)	EN 13687-4	Bond strength after 30 cycles <sup>d e</sup>			Visual inspection after 30 cycles <sup>e</sup>
				≥ 2,0 MPa	≥ 1,5 MPa	≥ 0,8 MPa <sup>a</sup>	
10	Skid resistance	None	EN 13036-4	Class I : > 40 units wet tested Class II : > 40 units dry tested Class III : > 55 units wet tested		Class I : > 40 units wet tested Class II : > 40 units dry tested Class III : > 55 units wet tested	
11	Coefficient of thermal expansion <sup>c</sup>	None	EN 1770	Not required if tests 7, 8 or 9 are carried out, otherwise declared value		Not required if tests 7,8 or 9 are carried out, otherwise declared value	
12	Capillary Absorption	None	EN 13057	≤ 0,5 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-0,5</sup>		≤ 0,5 kg·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-0,5</sup>	No requirement

# SISTEMA DE REPARACIÓN DE HORMIGÓN



Paso 1: Protección del acero de refuerzo

Paso 2: Puente de adherencia

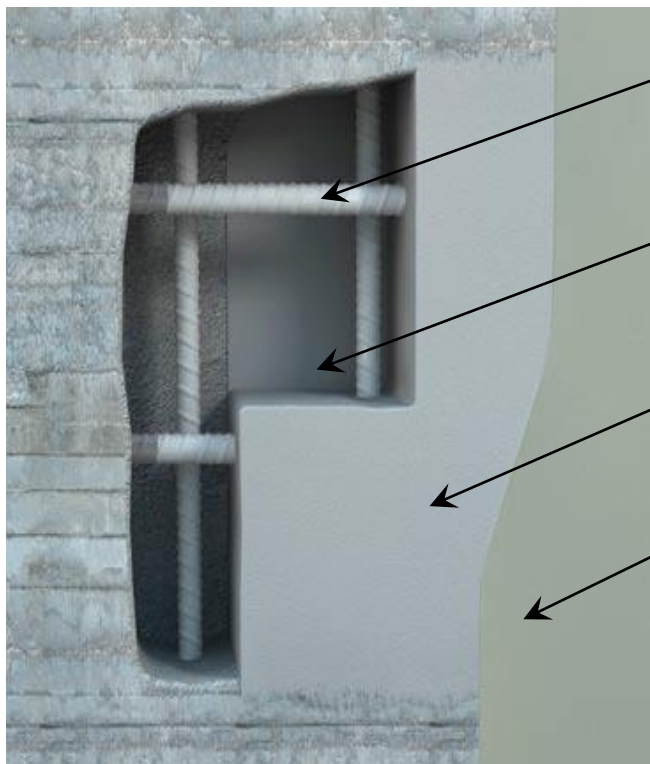
Paso 3: Mortero de reparación

Paso 4: Material de terminación

Paso 5: Recubrimiento de protección



# SISTEMA DE REPARACIÓN DE HORMIGÓN



Paso 1: Protección del acero de refuerzo

Paso 2: Puente de adherencia

Paso 3: Mortero de reparación

Paso 4: Material de terminación

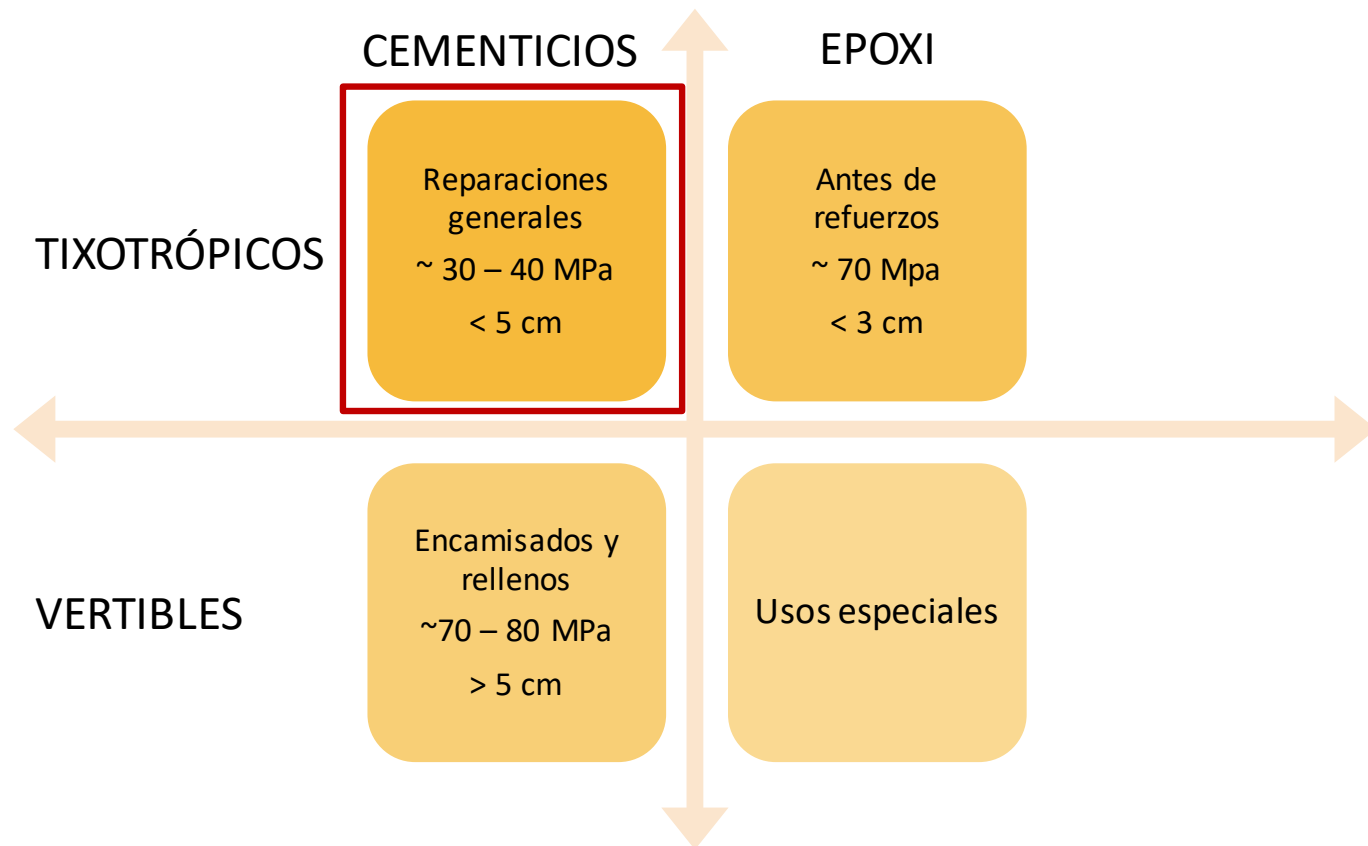
Paso 5: Recubrimiento de protección

# MORTEROS DE REPARACIÓN

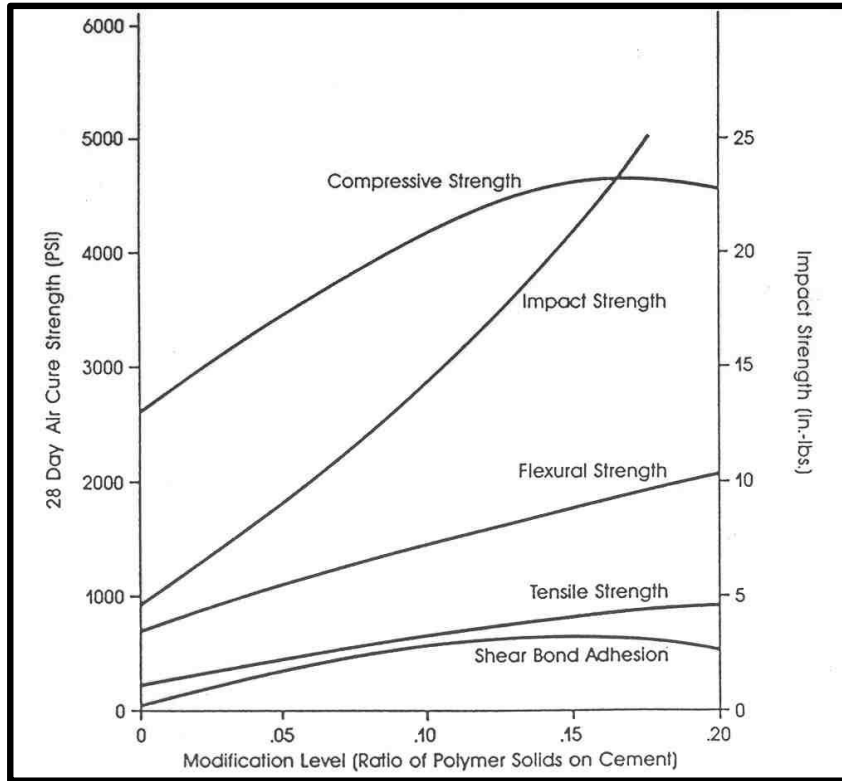


- Baja permeabilidad al CO<sub>2</sub> y cloruros
- Alta resistencia
- Alta resistencia a ciclos de deshielo y a sulfatos
- Módulo elástico similar al hormigón
- Baja contracción
- EN 1504
- Para usos confinados

# TIPOS DE MORTEROS DE REPARACIÓN



# EFFECTO DE LOS POLIMEROS EN LOS MORTEROS PREDOSIFICADOS



1. Aumento de Resistencia a flexión
2. Aumento de adherencia
3. Reduce la permeabilidad
4. Aumenta la protección contra la corrosión

# SIKA MONOTOP®- 312 NFG

CONTIENE  
INHIBIDORES  
DE  
CORROSIÓN

IDEAL PARA  
APLICACION  
SOBRE CABEZA

EXCELENTE  
RESISTENCIA  
MECANICA

## Descripción:

- Mortero 1-C listo para mezclar con agua y usar, reforzado con fibra

## Usos:

- En puentes, canales, obras hidráulicas, estacionamientos y construcciones en general
- Reparaciones en el hormigón en capas gruesas y finas
- Rellenos, bacheos, daños por corrosión, erosión



# SIKA MONOTOP® 312 NFG– APLICACIÓN MAR DEL PLATA



# SIKA® MONOTOP® 312-NFG - PUENTE QUINTANA (AUTOPISTA DEL OESTE)



# SIKA® MONOTOP® 312-NFG - PUENTE QUINTANA (AUTOPISTA DEL OESTE)





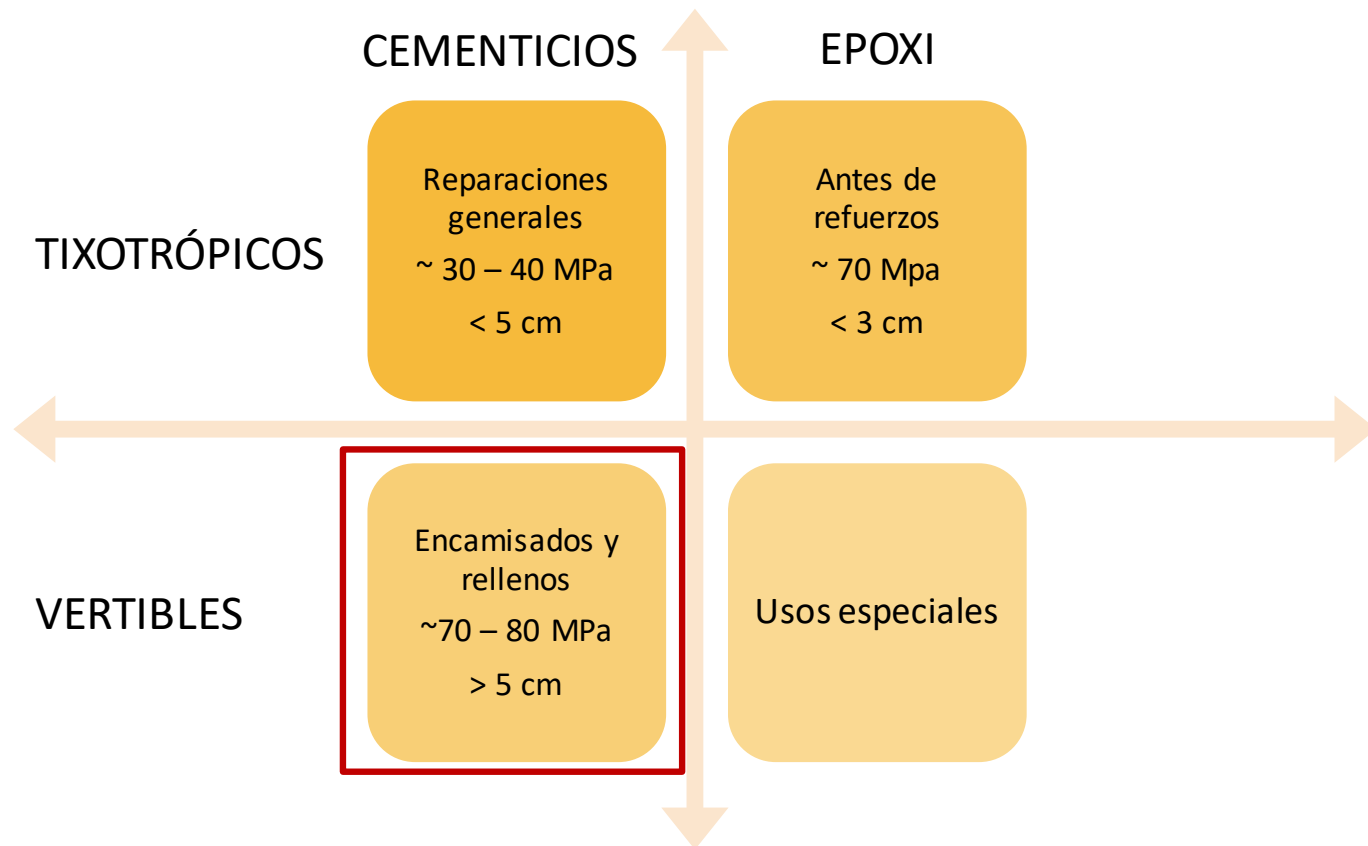
# SIKA® MONOTOP® 312-NFG - PUENTE QUINTANA (AUTOPISTA DEL OESTE)



# SIKA® MONOTOP® 312-NFG - PUENTE QUINTANA (AUTOPISTA DEL OESTE)



# TIPOS DE MORTEROS DE REPARACIÓN



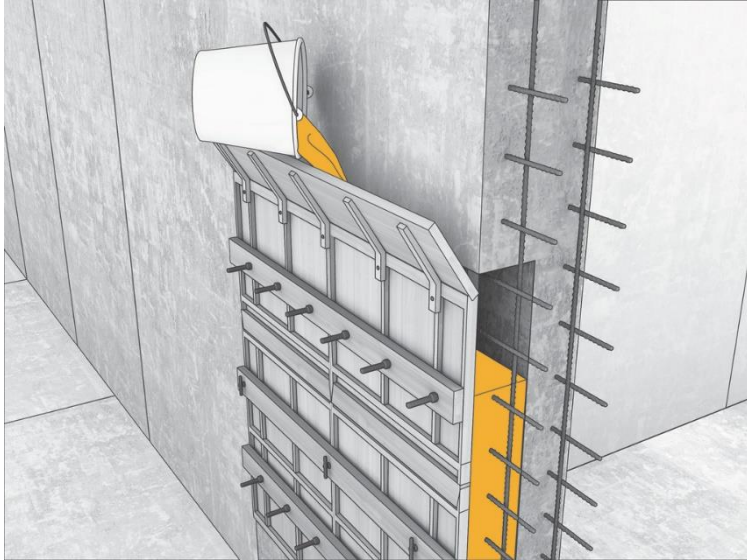
# SIKAGROUT®- 212

- Mortero de relleno de transmisión de carga.
- Grout de alta fluidez, monocomponente, de retracción compensada, listo para usar.
- Para espesores desde 50 mm en adelante con agregado de piedra partida (TMN 6/15)
- Versátil.
- Relleno de cavidades, vacíos y huecos, roturas, nidos de grava, etc.

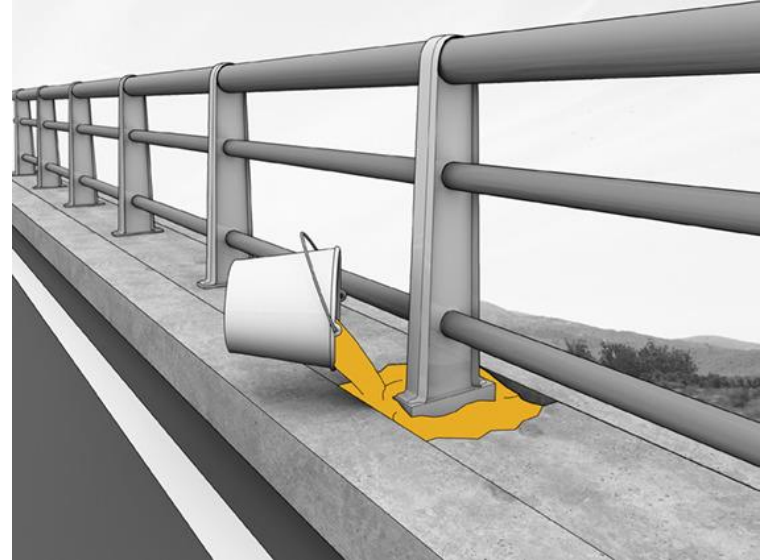


\*CIRSOC: Segregación del hormigón y deficiencias de mortero o mala compactación.

# SIKAGROUT®-212 – PRINCIPALES USOS



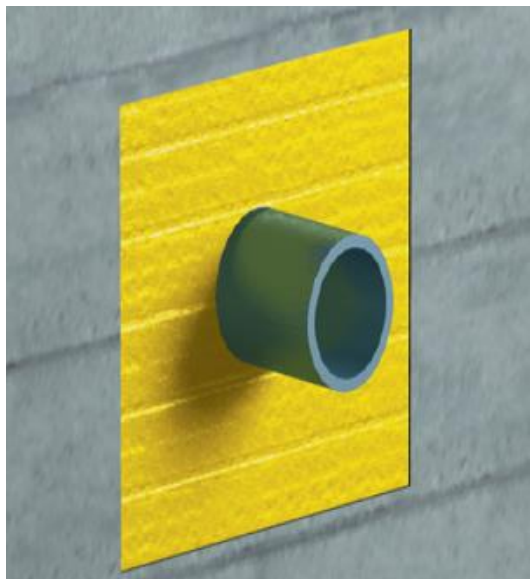
- Reparación estructural, encamisados, recrecimientos, relleno de cavidades.



- Nivelación y anclaje de estructuras metálicas

# LÍNEA SIKAGROUT® – PRINCIPALES USOS

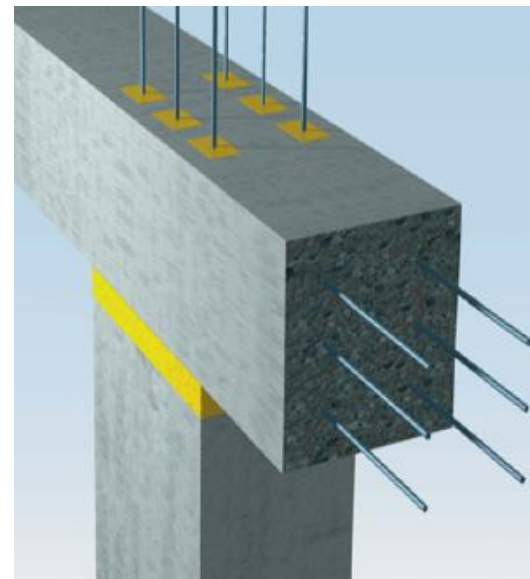
## RELLENOS



Sellos de todo tipo



Relleno de vacíos



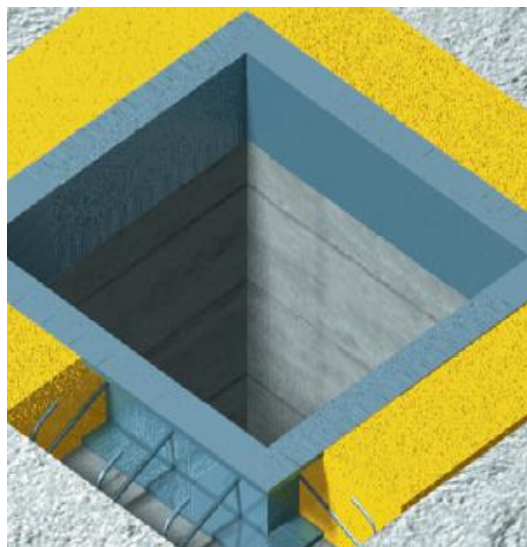
Relleno de cavidades

# LÍNEA SIKAGROUT® – PRINCIPALES USOS

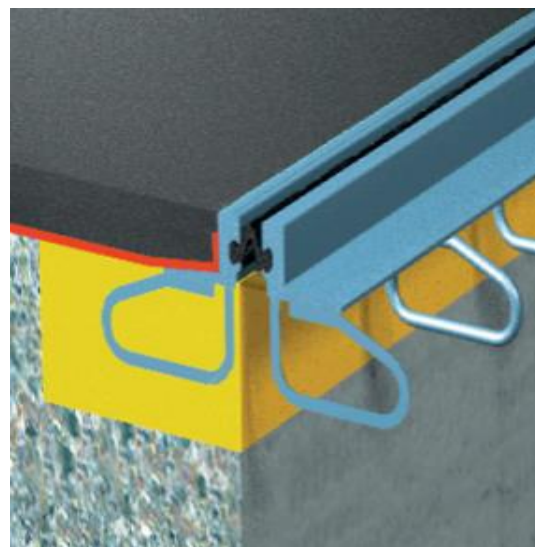
REHABILITACIONES / REFORZAMIENTOS



Aumento de secciones



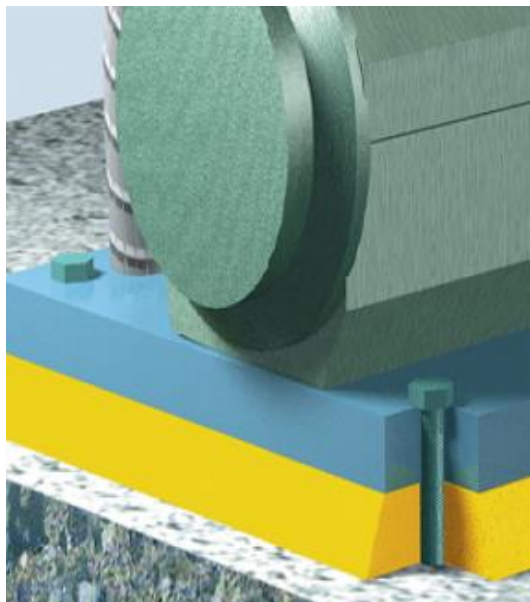
Base de Estruc. Metálicas



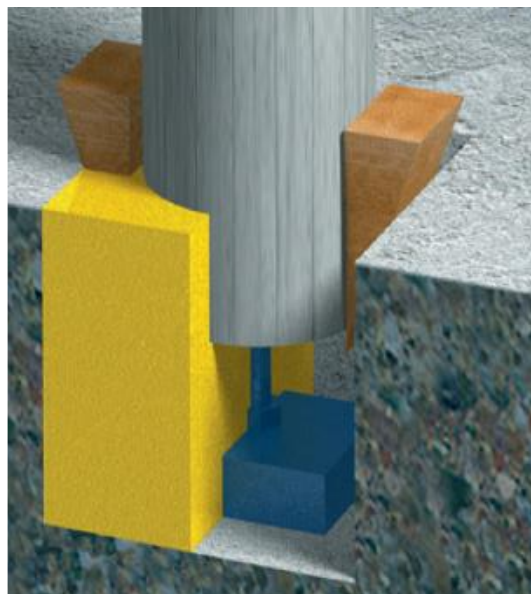
Juntas

# LÍNEA SIKAGROUT® – PRINCIPALES USOS

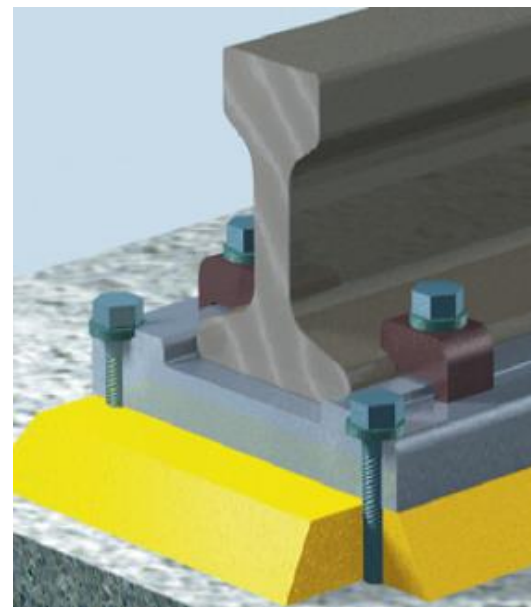
GROUT DE PRECISIÓN



Equipo pesado /  
Bases de Máquinas



Bases de Columnas



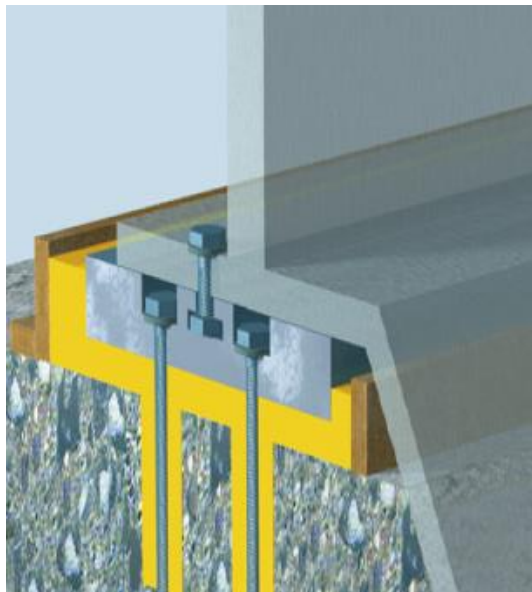
Soporte de rieles

Nota: El grout aparece en color amarillo



# LÍNEA SIKAGROUT® – PRINCIPALES USOS

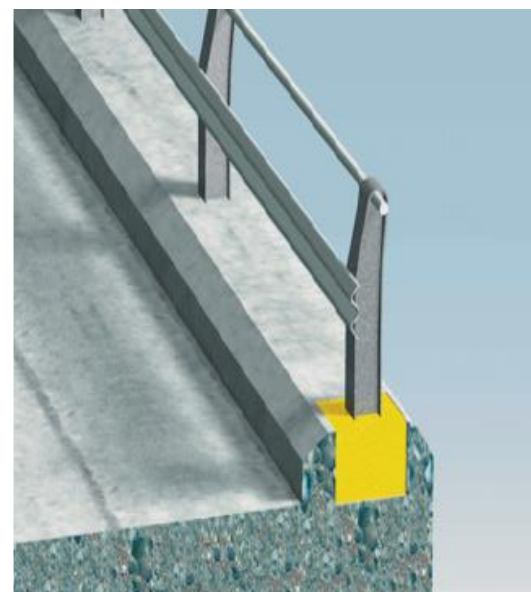
ANCLAJES Y FIJACIONES



Tornillos / Barras



Placas de soporte  
y rellenos



Barandas / Fijaciones

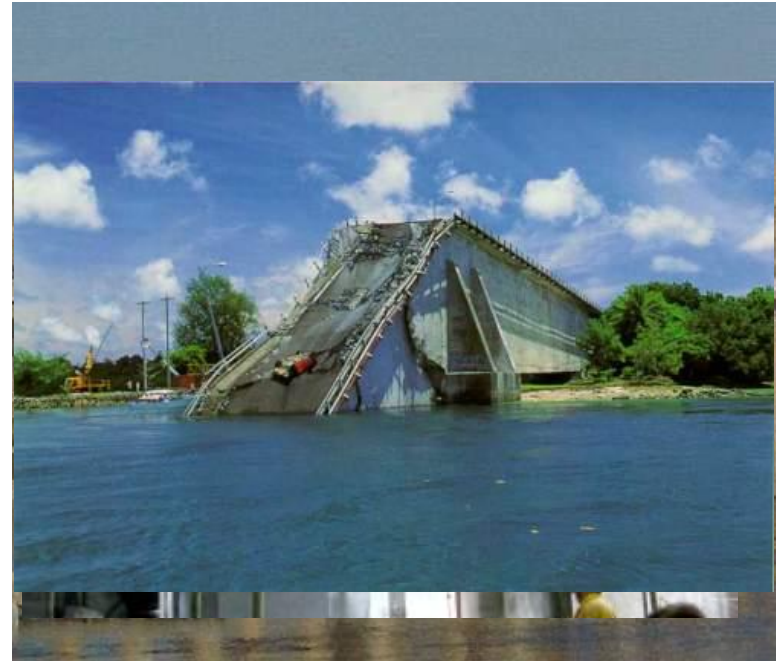
¿Y SI SE DEBE REFORZAR?

BUILDING TRUST



# ¿POR QUÉ REFORZAR?

- Incremento de Cargas
- Recuperación de Miembros Dañados o Débiles
- Modificación del Sistema Estructural
- Incremento de la Capacidad de la Estructura
- Errores en Diseño y/o Construcción



# TIPOS DE INTERVENCIÓN

## Preventiva

Disminuir la vulnerabilidad de los elementos de la estructura  
Actualización por nuevas cargas o reglamentos vigentes

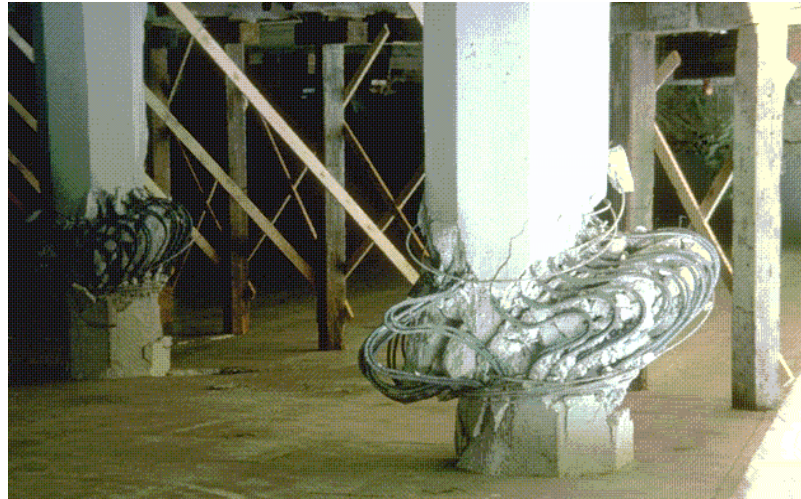


# TIPOS DE INTERVENCIÓN

## Correctiva

Restituir condiciones originales en elementos dañados  
(fuego, ambientes agresivos, sismos, etc.)

Mejorar comportamiento



# CONSIDERACIONES PARA REALIZAR UN REFUERZO ESTRUCTURAL

- ✓ Existen diversas técnicas de Refuerzo Estructural
- ✓ El Ingeniero en Estructuras es el indicado para decidir que estrategia seguir
- ✓ Frecuentemente una sola técnica no resuelve un problema
- ✓ Se combinan técnicas para una solución optimizada
- ✓ Compiten entre ellas y la decisión se basa en costo/desempeño o velocidad de intervención
- ✓ Los **adhesivos estructurales Sikadur y otros materiales de relleno** son siempre útiles

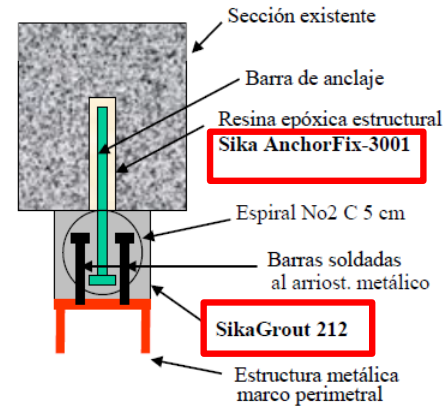
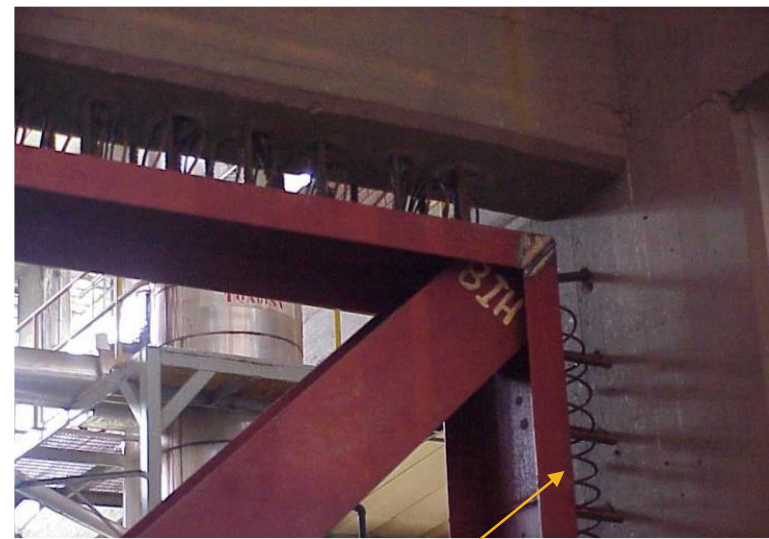
# SISTEMAS DE REFUERZO ESTRUCTURAL

1. Arriostramientos metálicos
2. Pantallas en hormigón reforzado
3. Encamisado en hormigón reforzado
4. Encamisado metálico
5. Platinas metálicas
6. Adición de perfiles metálicos
7. Contrafuertes
8. Postensionamiento externo
9. Materiales Compuestos FRP
10. Disipadores de energía
11. Aislamiento sísmico

Incrementan la resistencia  
y/o la rigidez de la estructura

Modifican la respuesta  
de la estructura

# ARRIOSTRAMIENTOS METÁLICOS





# ENCAMISADO EN HORMIGÓN REFORZADO



Puente de adherencia **Sikadur 32 Gel**  
Anclaje de barras conformadas con **Sika Anchorfix**  
Mortero de retracción compensada **SikaGrout 212**

# ENCAMISADO EN ACERO (STEEL JACKETING) – REFUERZO CON PLANCHUELAS DE ACERO

- Adherencia de planchuelas con **Sikadur 30**.
- Relleno entre encamisado y hormigón con lechadas con **Sika Intraplast**

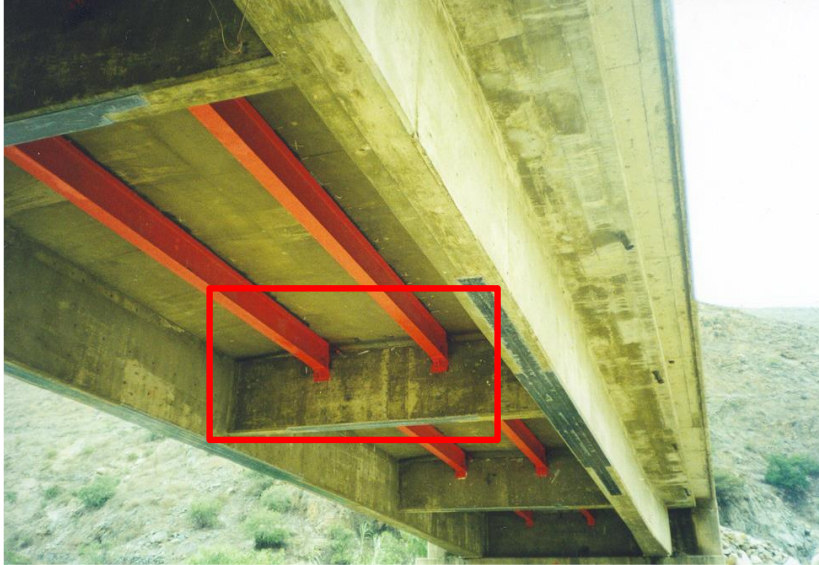


# POSTENSADOS EXTERNOS



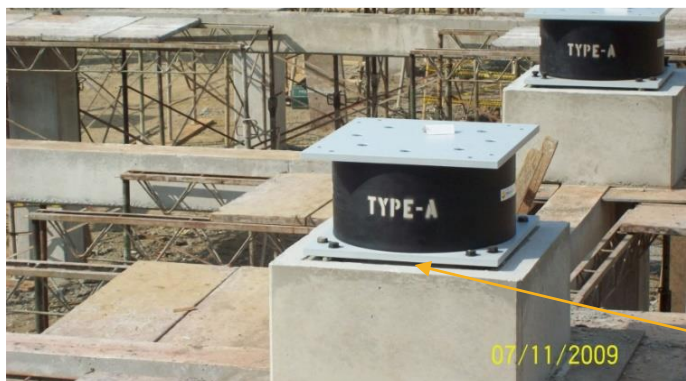
Inyección de lechada en vainas – **Sika Intraplast**

# ADICIÓN DE PERFILES METÁLICOS



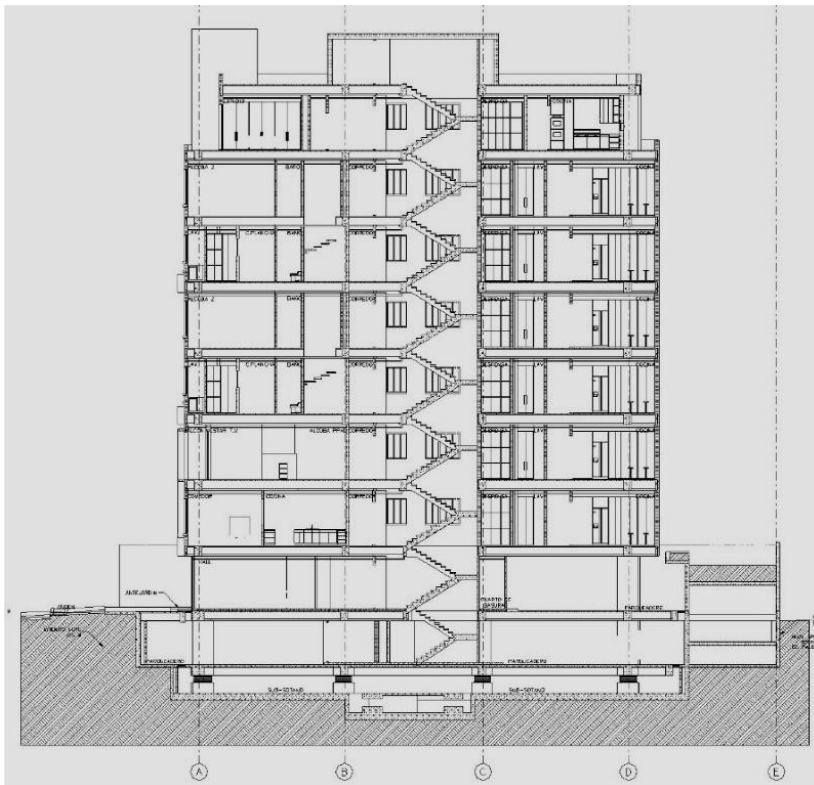
Anclaje de pernos roscados y barras conformadas con **Sika Anchorfix**

# AISLAMIENTO SÍSMICO – EJEMPLO DE EJECUCIÓN



Nivelación con  
**SikaGrout 212**

# AISLAMIENTO SÍSMICO



# DISIPADORES DE ENERGÍA



Disipador de energía



# REFUERZOS CON FIBRAS DE CARBONO



Tecnología de refuerzo estructural con fibras de carbono – **Sika Carbodur + Adhesivos Sika**



# REFUERZO ESTRUCTURAL CON FIBRAS: SITUACIÓN LATINOAMERICANA

- En general, para América Latina se tienen normas asociadas a diseño original, con referencias escuetas para reparación, refuerzo y protección estructural.
- Desarrollo de guías de reparación, refuerzo y protección estructural cada vez más intensivo en EE.UU, Europa y Asia. (ACI 440, TR 55, Fib 14, Fib 35, EN 1504, etc.)
- Necesidad de Investigación y Desarrollo Integral en tecnologías especializadas de reparación, refuerzo y protección estructural.
- Desafío: Diferenciación clara entre sistema y productos, para cumplir con alcances buscados en el diseño.

# SELECCIÓN DE REFUERZO

## Seguridad estructural

## Adecuación al uso del local

## Costo

- Material
- Mano de obra
- Tiempo de no producción o uso
- Mantenimiento

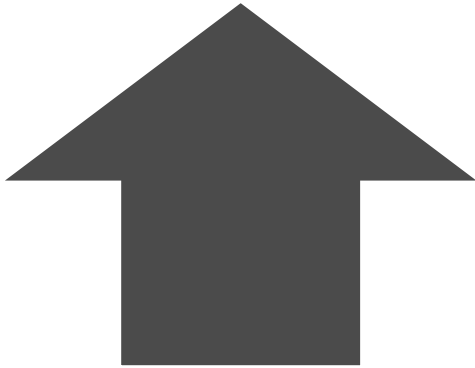
## Fase de instalación

- Disponer de equipamiento adecuado
- Acceso limitado a la estructura o sistemas existentes
- Personal calificado
- Seguridad en el trabajo

## Periodo de servicio

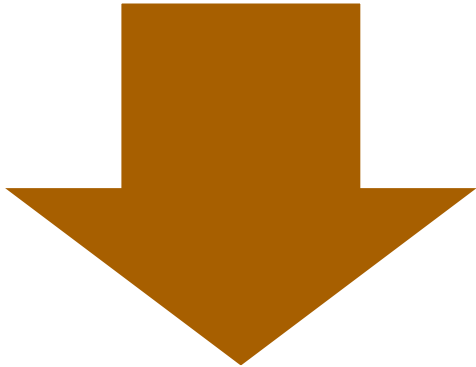
- Intervención en la geometría actual
- Mantenimiento
- Estética

# SISTEMAS CFRP DE SIKA VS. REFUERZOS CON ACERO



## Sika CFRP

- Material Liviano
- No presenta corrosión
- Corto tiempo de instalación
- No requiere gran equipamiento
- Altísima capacidad de carga
- No cambia la geometría de la estructura



## Acero

- Material Pesado
- Presenta Corrosión
- Alto tiempo de instalación
- Necesidad de gran equipamiento
- Alto costo de mantenimiento
- Cambia la geometría de la estructura



# ESTRUCTURAS ¿REFORZADAS?



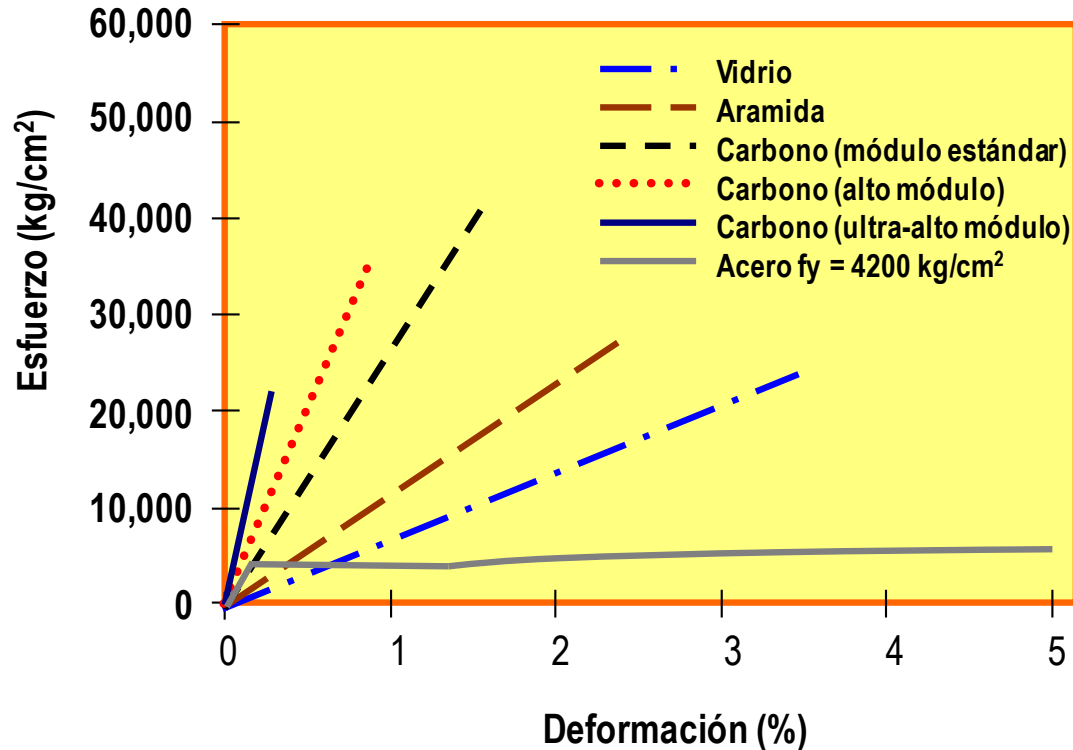
Corrosión en los cables del postensado

# ESTRUCTURAS ¿REFORZADAS?



# FIBRAS MÁS COMUNES:

- La fibra de carbono estándar resulta ser la más eficiente en costo/desempeño para reforzamiento de estructuras externamente adherido



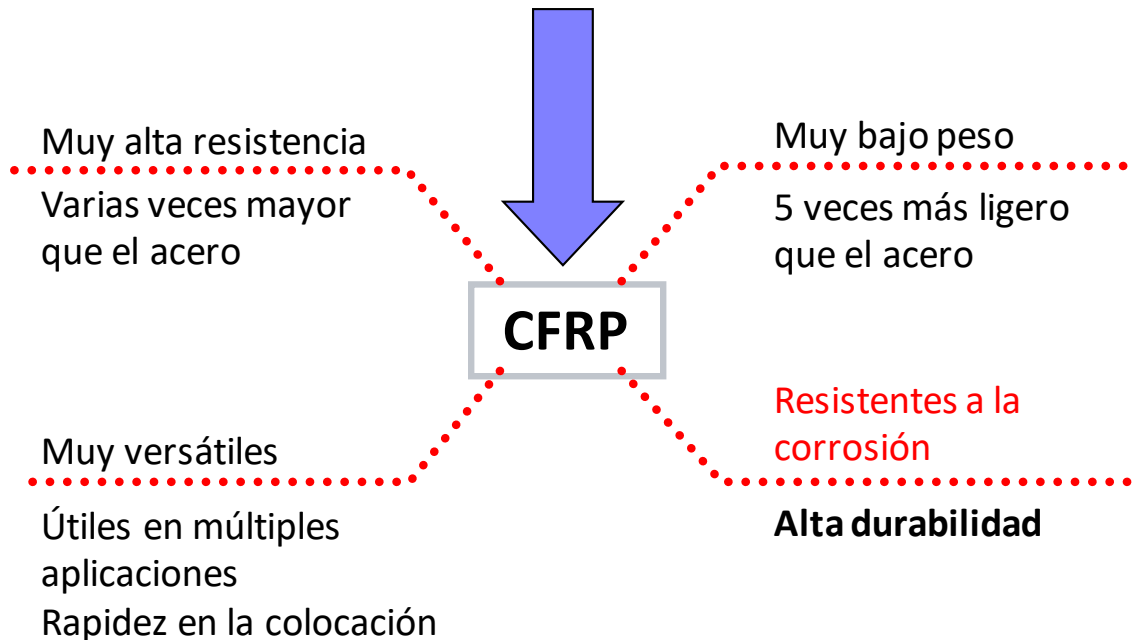
# INTRODUCCIÓN

## VENTAJAS DEL CFRP

Fase de instalación	No se precisan equipos o medios pesados/costosos.	Se puede instalar en caso de plazos de ejecución reducidos.	Se puede instalar con acceso o espacio de trabajo limitado
Fase de servicio	No hay interferencias con los elementos existentes	No precisa de mantenimiento	Mantiene la geometría y estética

# SISTEMAS CFRP DE SIKA: VENTAJAS

Polímeros Reforzados con Fibra de Carbono (CFRP)



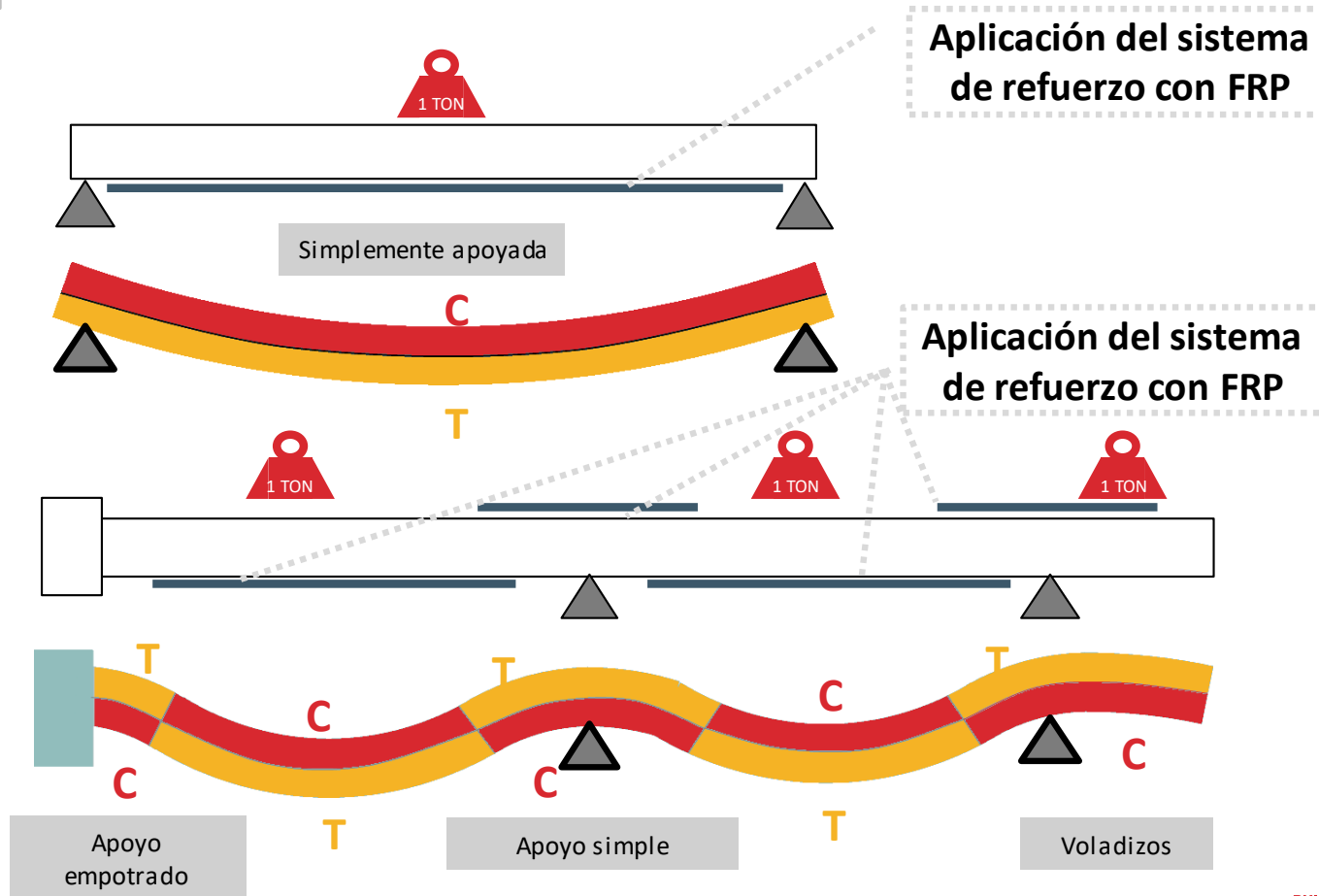


# PRINCIPIOS GENERALES DEL REFORZAMIENTO CON FIBRAS

- Los materiales de FRP sólo funcionan en tensión.
- El sistema de refuerzo de FRP estará ubicado en áreas donde se producen los esfuerzos de tensión.
- La elección y el diseño del sistema son hechos por un ingeniero experimentado.
- La fase de instalación es llevada a cabo por contratistas experimentados y capacitados.
- Una preparación adecuada de la superficie es la clave del éxito de la aplicación.
- Los parámetros de diseño son diferentes para los sistemas preformados y los sistemas de colocación en húmedo.

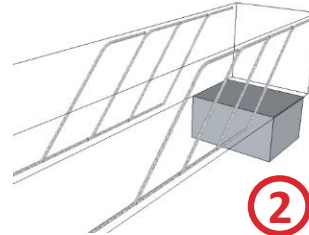
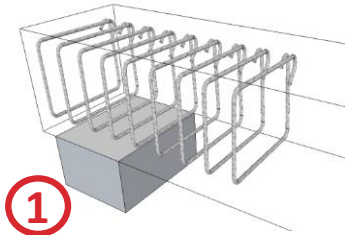
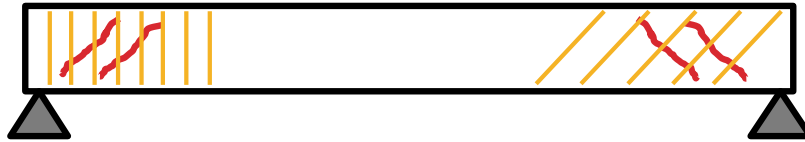
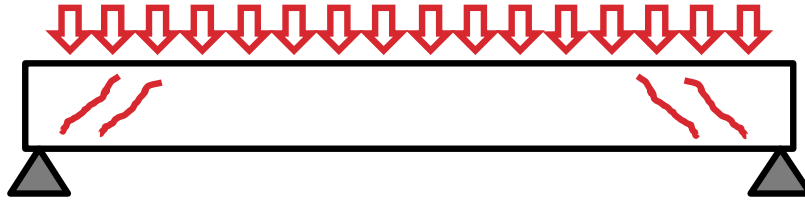
# TIPOS DE REFUERZO

## FLEXIÓN



# TIPOS DE REFUERZO

## CORTE

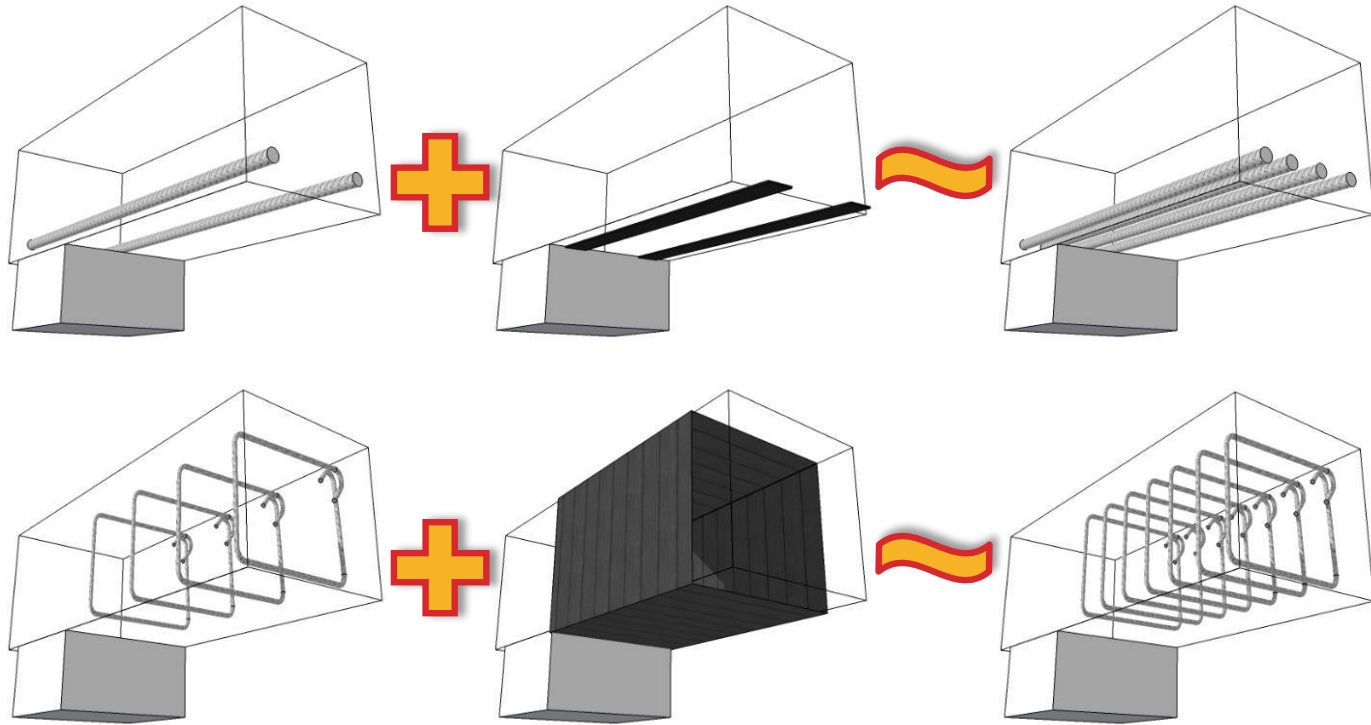


1-Comunmente uso de estribos verticales.

2- Las barras inclinadas son el método más eficiente, sin embargo, su aplicación es más compleja.

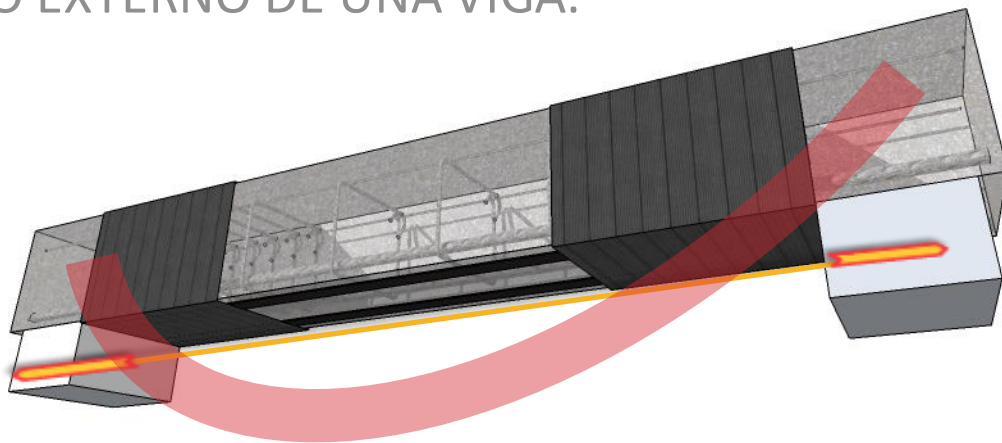
# COMO AFECTA EL CFRP A UNA VIGA DE HORMIGON?

COMO UNA SIMPLIFICACIÓN:



# CÓMO AFECTA EL CFRP A UNA VIGA DE HORMIGÓN?

## REFUERZO EXTERNO DE UNA VIGA.



Un refuerzo completo de una viga incluye refuerzo de CFRP tanto a flexión como a corte.

### Flexión

Debido a que la fibra de carbono trabaja bajo tracción. Es necesario determinar la localización de las zonas donde las tracciones son de esperar.

Las fibras de carbono se instalan a lo largo del elemento, sobre la superficie del hormigón.

### Corte

Se colocan estribos externos de CFRP envolviendo las cabezas de la viga. La envoltura puede ser completa o parcial (en "U" sobre los laterales y el paramento inferior)

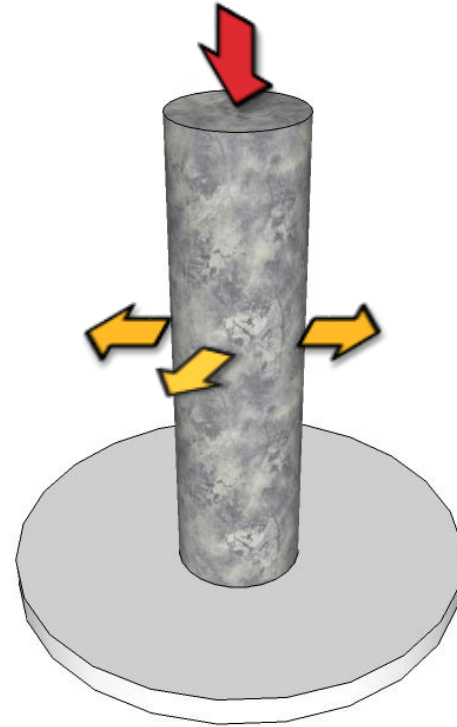
# CONFINAMIENTO DE COLUMNAS O PILARES

## INTRODUCCIÓN

En virtud de su coeficiente de Poisson, el hormigón experimenta una expansión transversal bajo compresión.

Dicha expansión conduce al colapso del elemento, debido a la mínima capacidad del hormigón ante una elongación.

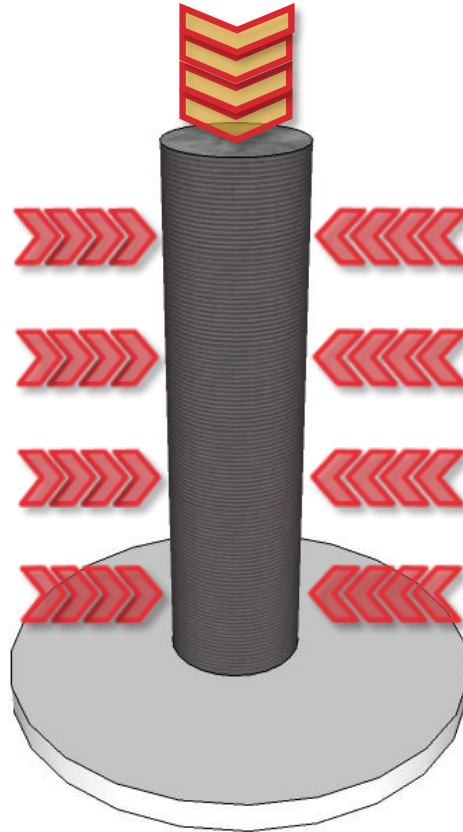
Se podría llegar a argumentar que el colapso del hormigón no es fruto de la compresión que experimenta, sino de su deformación transversal. Por tanto...



# CONFINAMIENTO DE PILARES

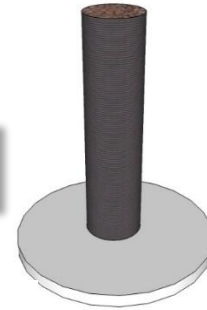
## EFEECTO POISSON

A fin de evitar su expansión lateral, es necesario aportar un confinamiento alrededor del elemento, usando para ello un material de alta rigidez y resistencia. Dicho material deberá mantener la geometría del elemento cuando trate de expandirse.

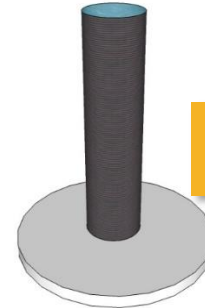


En caso de existir únicamente una compresión centrada (extremadamente inusual), un confinamiento permitiría el uso de:

¿Pilares de arena?

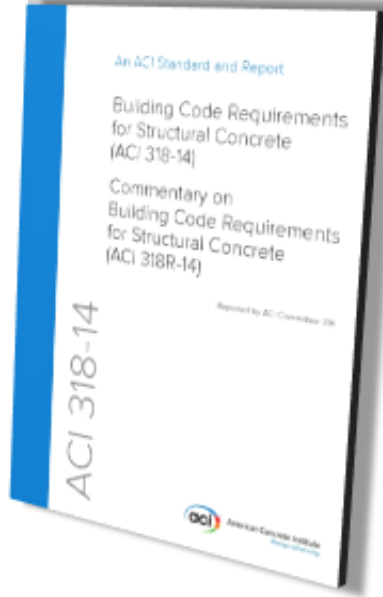


¿Pilares de agua?

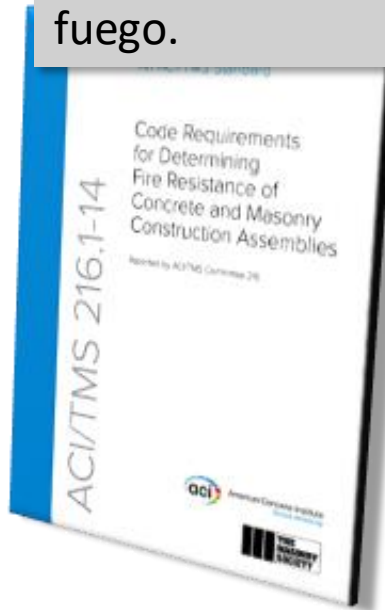


# CÓDIGOS ACI

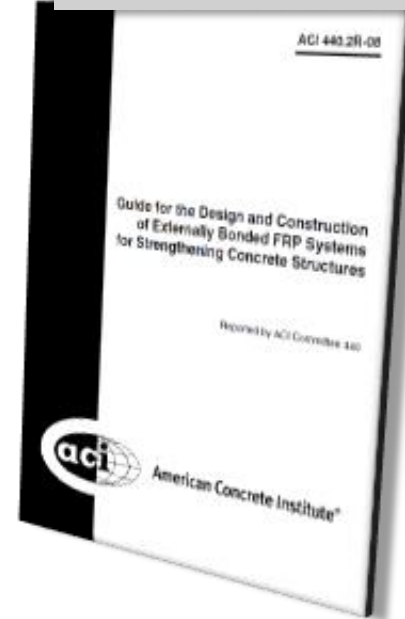
ACI318-14  
hormigón



ACI216.1-14  
Resistencia al  
fuego.

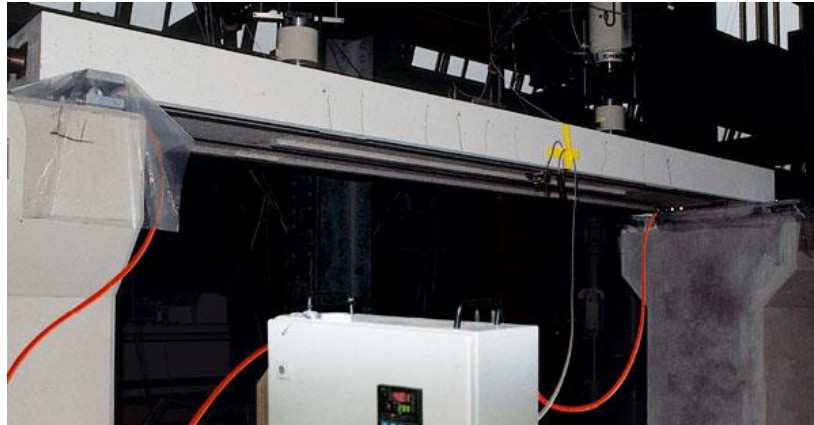


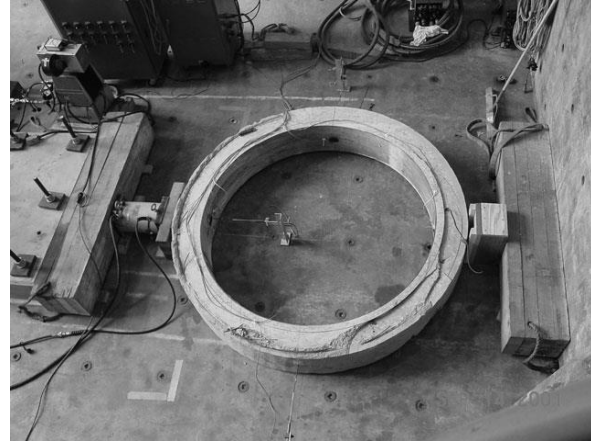
ACI440.2R-08  
Refuerzos FRP.

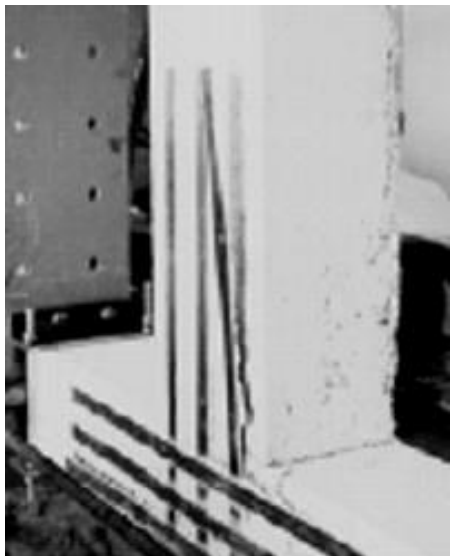


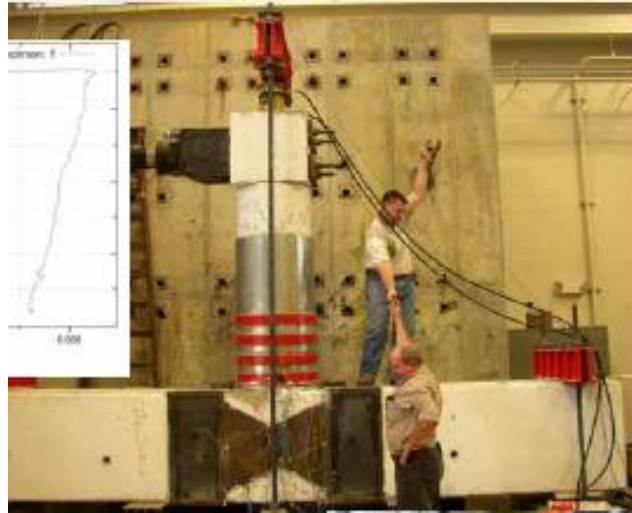
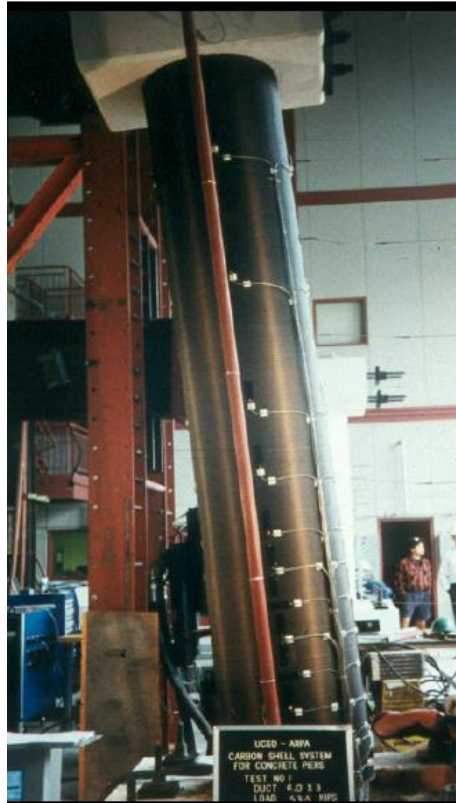


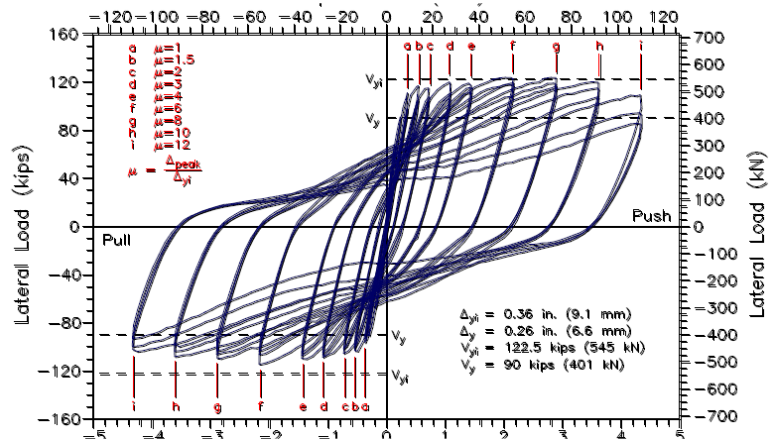
Se basan en gran cantidad de investigación a nivel mundial











# CONCLUSIONES

- Siempre es importante evaluar la estructura y realizar un diagnóstico acertado.
- Se requieren ingenieros que conozcan las diferentes metodologías de rehabilitación de estructuras
- Si bien las normativas de reparaciones en el mundo profundizan en distinta medida en los métodos de reparación, se puede decir que los métodos comparten los mismos principios.
- Sika tiene un portafolio de productos muy completo para la rehabilitación de estructuras.

PREGUNTAS?

BUILDING TRUST



CURSO **WEB**

MUCHAS GRACIAS

---

# TÉCNICAS DE REPARACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Ing. Fernanda Sarmiento

sarmiento.laura@ar.sika.com

TM ENGINEERED REFURBISHMENT

DEPARTAMENTO TÉCNICO - SIKA ARGENTINA SA



80 AÑOS  
CONSTRUYENDO  
FUTURO



CONSTRUYENDO  
CONFIANZA