

REFUERZO ESTRUCTURAL



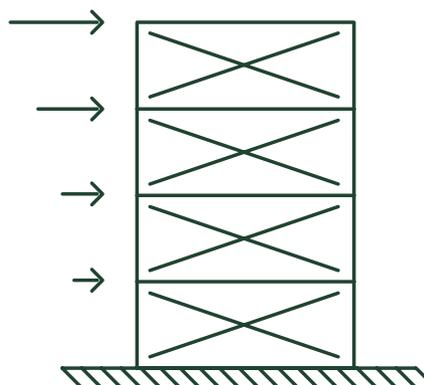
LASEGURIDAD**ESTRUCTURAL****EN LA CONSTRUCCIÓN**

La seguridad estructural en la construcción es un tema de gran actualidad al que se destinan cada vez más recursos, especialmente en el refuerzo de las estructuras existentes.

La vulnerabilidad sísmica de los edificios, en particular, es un tema muy controvertido, especialmente en las últimas décadas, tras los numerosos episodios sísmicos que han afectado a un patrimonio arquitectónico ya anticuado. La mayoría de las estructuras existentes se construyeron en una época en la que las normas técnicas de construcción no contemplaban adecuadamente las tensiones horizontales relacionadas con las fuerzas inerciales sísmicas. Precisamente por esta razón, aunque originalmente diseñadas y construidas “según las normas”, muchas de estas estructuras han sufrido daños considerables durante los sucesivos seísmos.

No obstante, la cuestión relativa al refuerzo de las estructuras existentes no tiene que ver exclusivamente con problemas derivados de episodios sísmicos. De hecho, las estructuras pueden estar sujetas a diferentes problemáticas, tales como:

- degradación de los materiales que componen la estructura (corrosión de las barras de la armadura, hormigón dañado, degradación de la albañilería, etc.);
- cambio del uso previsto con la consiguiente modificación estructural o de las cargas que actúan sobre la estructura;
- simple incremento de las cargas que actúan sobre la estructura;
- otros eventos impredecibles (incendios, inestabilidad hidrogeológica, impactos, etc.);
- asentamientos del terreno.



En este contexto, **la realización de múltiples investigaciones científicas y el desarrollo de materiales innovadores han propiciado en gran medida, sobre todo durante las últimas décadas, el desarrollo de nuevas tecnologías** destinadas a reforzar las estructuras existentes.

También en este ámbito, MAPEI se ha distinguido desde hace más de veinte años en el desarrollo de nuevas técnicas, merced a una fructífera colaboración entre los laboratorios internos de I+D y numerosas universidades, tanto italianas como extranjeras.

El proceso de desarrollo ha seguido, principalmente, las evoluciones normativas y tecnológicas relacionadas con los más importantes episodios sísmicos internacionales, lo que ha permitido desarrollar sistemas de refuerzo específicos para cada problemática concreta.

En la **primera parte** del manual se exponen las principales tecnologías de refuerzo, señalando en cada caso sus campos de aplicación, las ventajas y la vasta experimentación científica que las acompaña.

En la **segunda parte** se presentarán, en cambio, las aplicaciones prácticas de las tecnologías previamente descritas, en función de la tipología estructural del edificio a reforzar, con el objetivo de resaltar los aspectos de aplicación más importantes.

MAPEI: innovación tecnológica en constante evolución



FRP SYSTEM



FRG SYSTEM

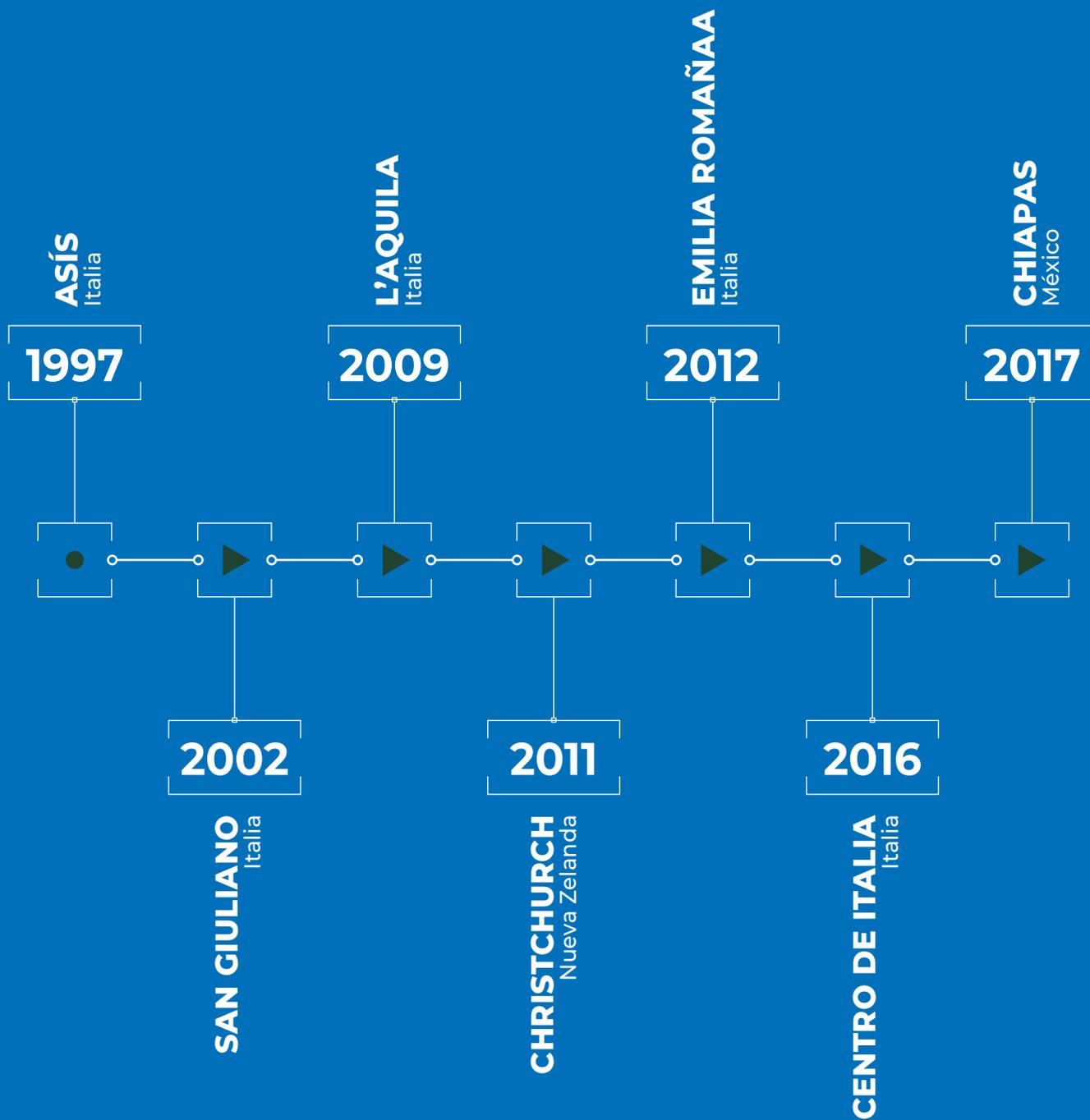


HPC SYSTEM



MAPEWRAP
EQ SYSTEM

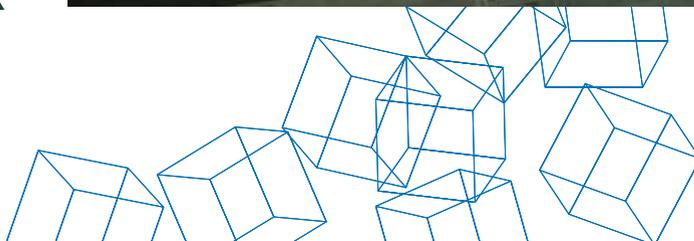
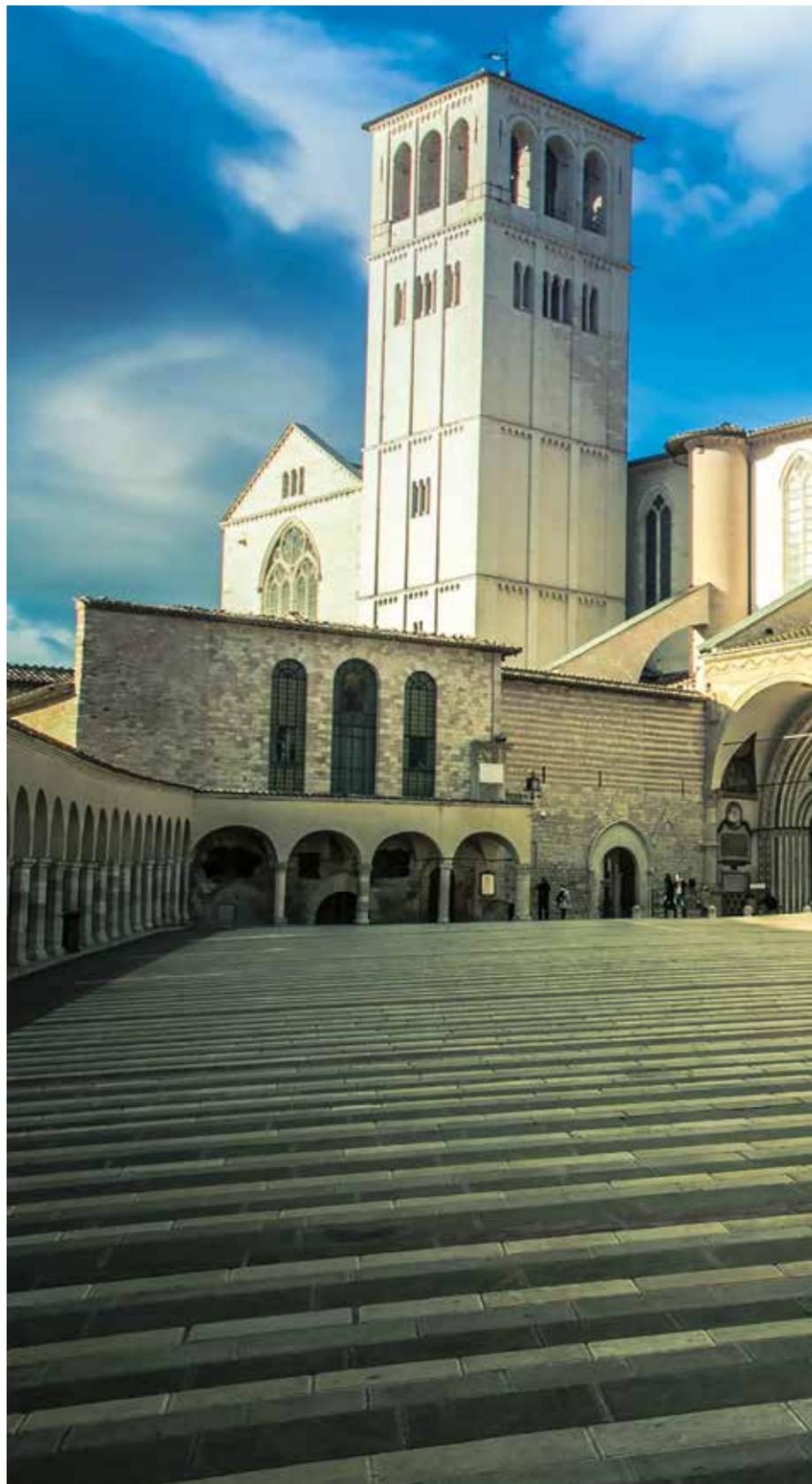
NUESTRA EXPERIENCIA TRAS LOS EPISODIOS SÍSMICOS

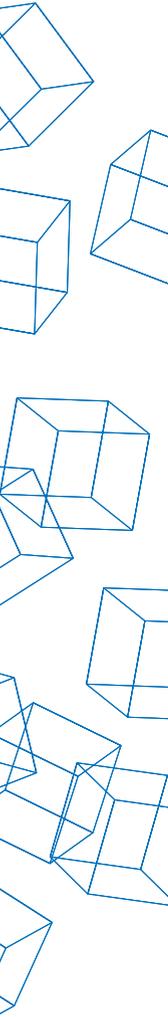


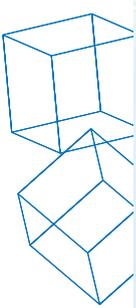
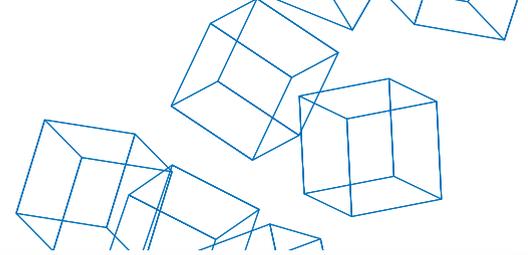


MAPEI EN EL MUNDO

BASÍLICA DE SAN FRANCISCO DE ASÍS
Asís - Italia - 1998

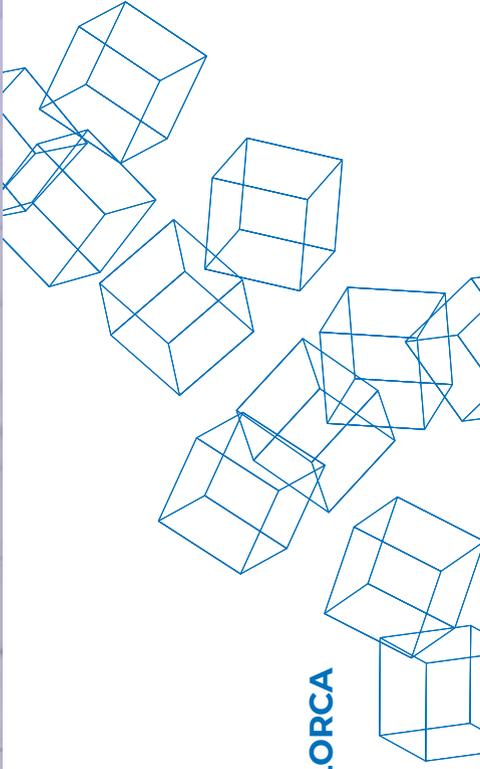




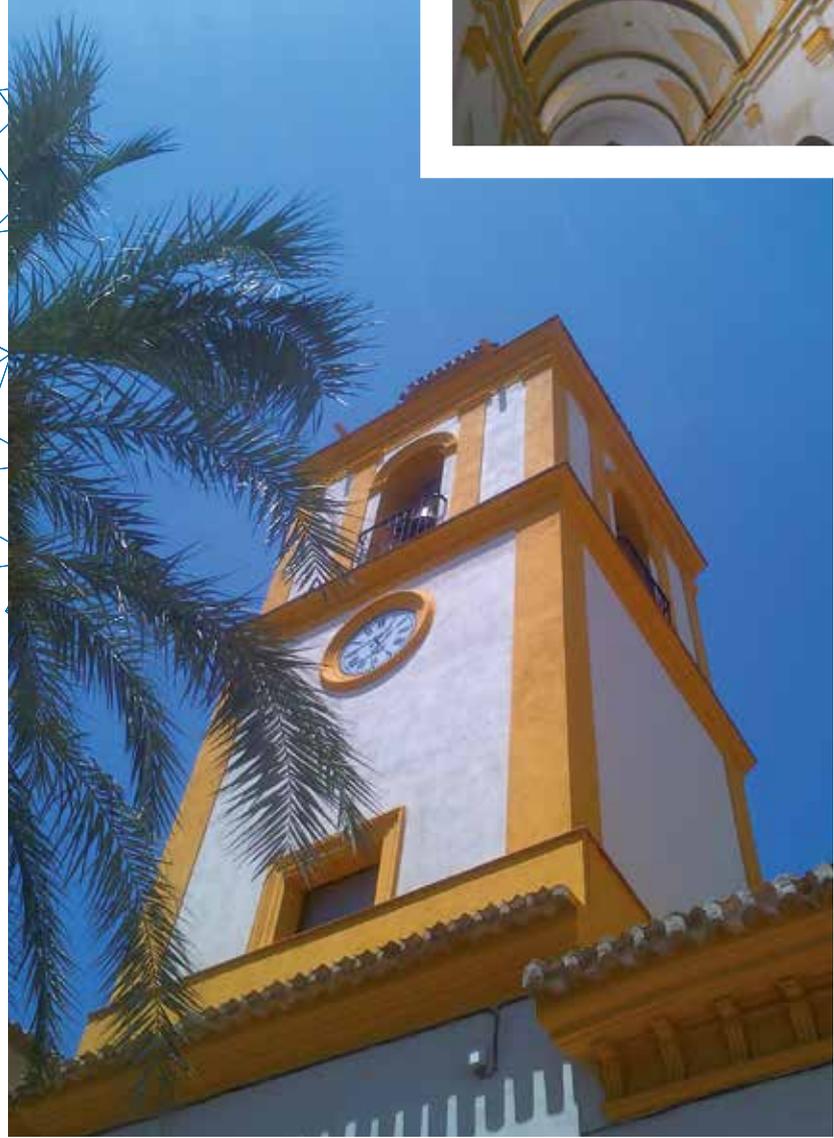


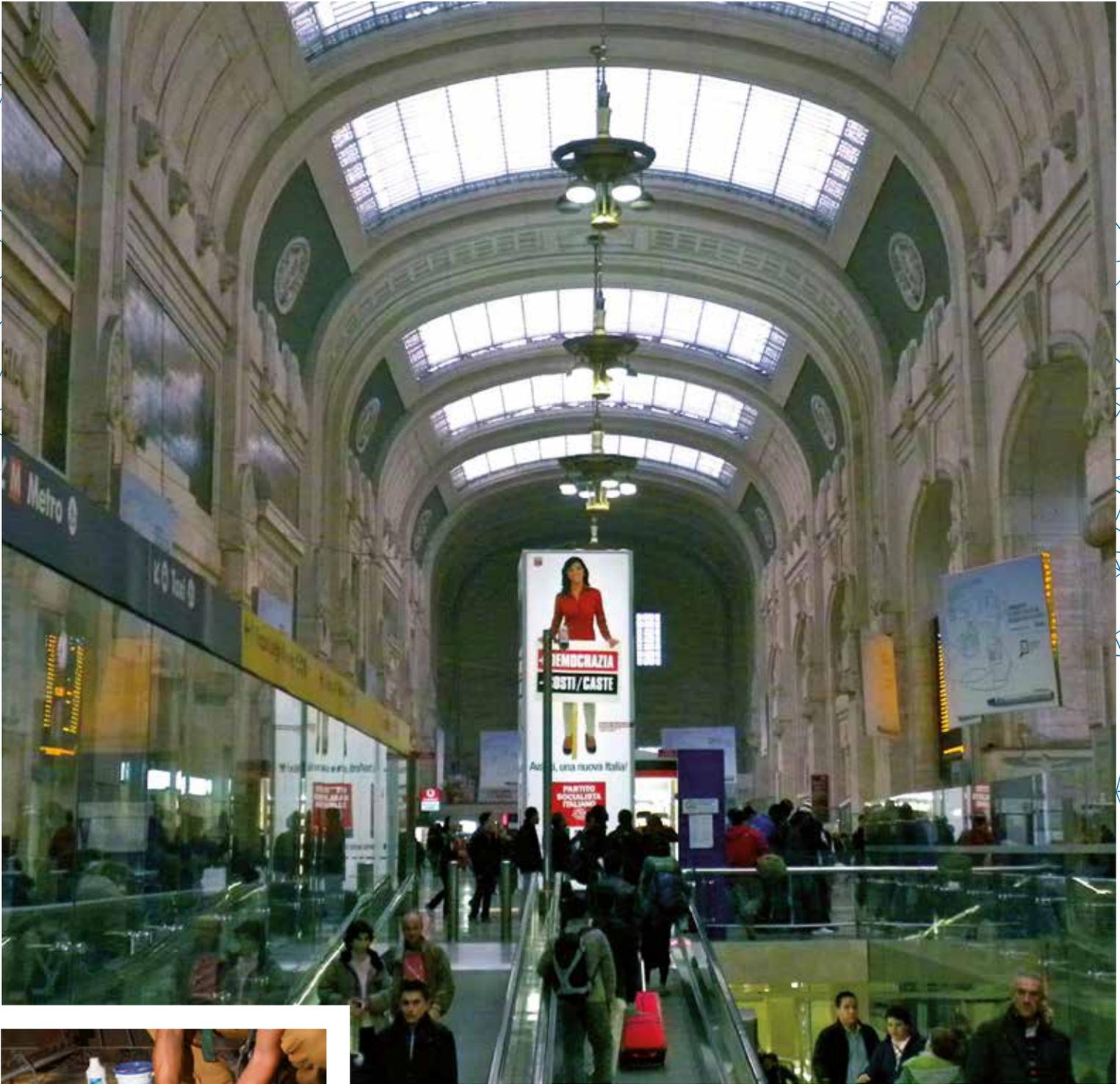
HOUSING & DEVELOPMENT BOARD
Singapur | 2013





IGLESIA DE SAN CRISTÓBAL EN LORCA
España - 2013

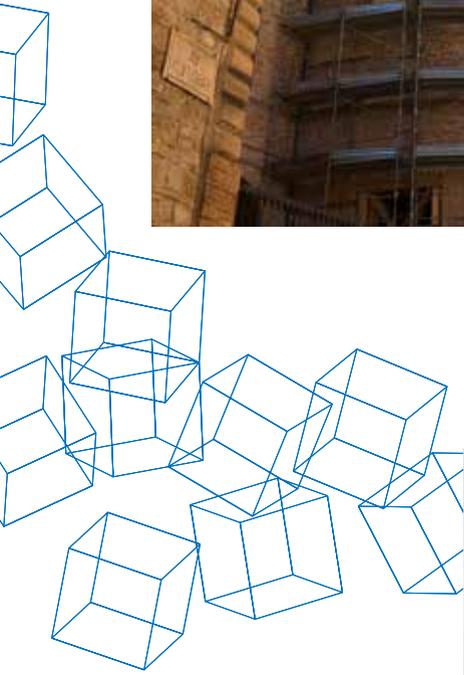




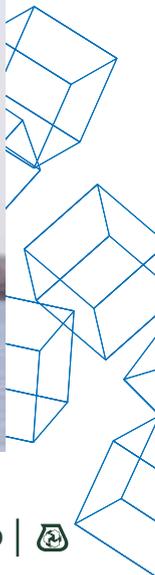
ESTACIÓN CENTRAL DE MILÁN
Milán - Italia - 2007

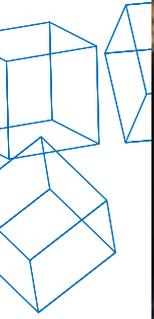
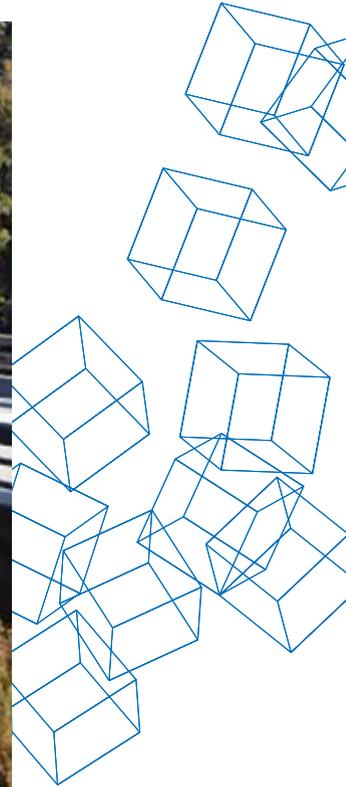


ÁBSIDE DE LA CATEDRAL DE SANTA MARIA ANNUNZIATA DI CAMERINO
Camerino - Italia - 2017

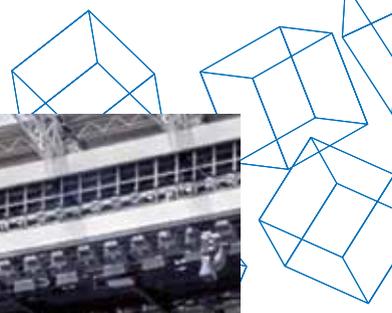
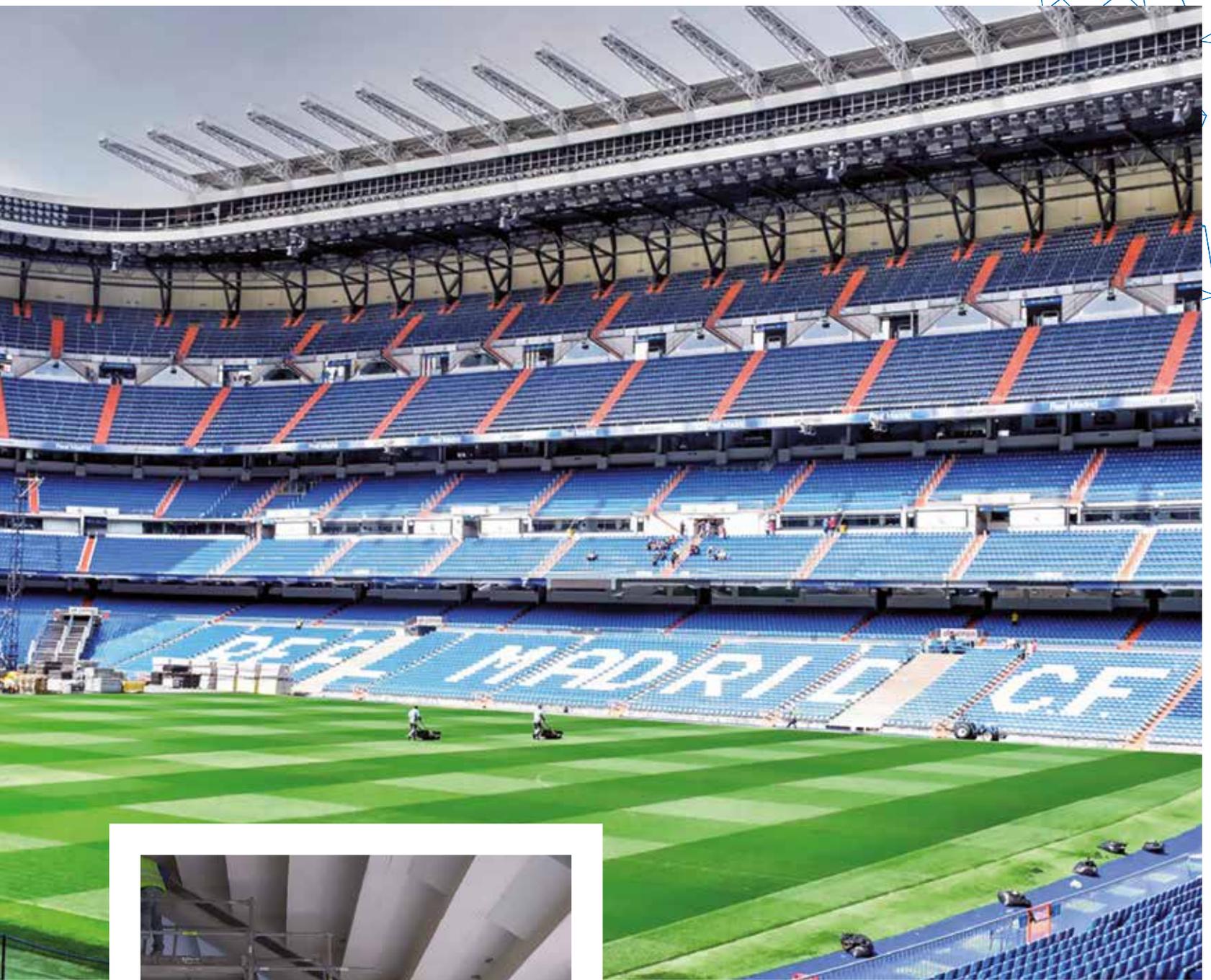


CHAMPLAIN BRIDGE MONTREAL
Quebec - 2013





SHALE PEAK BRIDGE
Nueva Zelanda - 2015



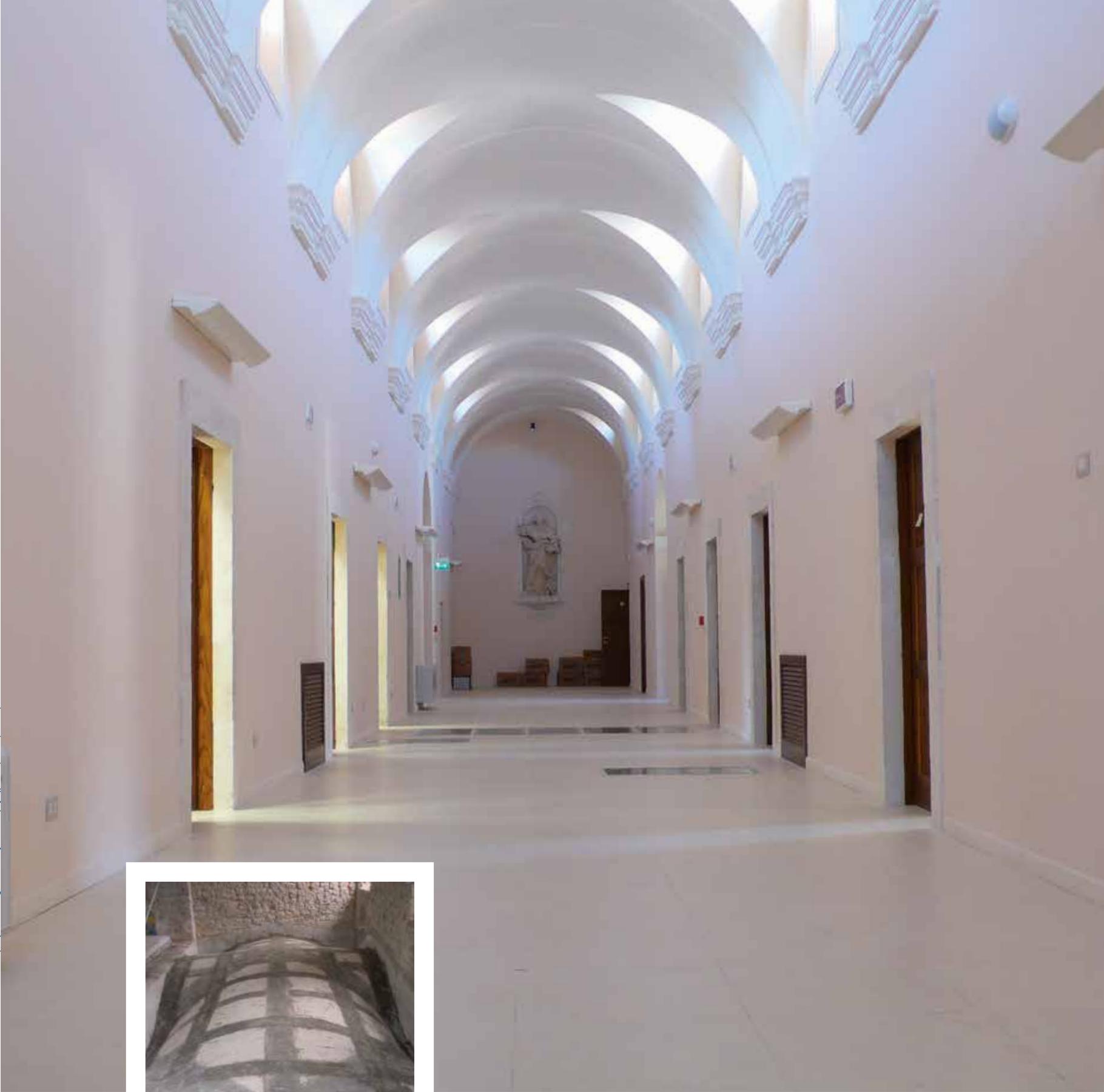
SANTIAGO BERNABÉU
Madrid - España - 2011



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
México - 2018



IGLESIA DE SAN JUAN BAUTISTA
Croacia - 2016



EX CONVENTO SAN DOMENICO
L'Aquila - Italia - 2008

ÍNDICE

01 . TECNOLOGÍAS MAPEI

1.1	FRP SYSTEM	18
1.1.1	DEFINICIÓN	18
1.1.2	TIPOS DE MATERIALES Y CAMPOS DE APLICACIÓN	20
1.1.3	EXPERIMENTACIÓN	26
1.2	FRG SYSTEM	36
1.2.1	DEFINICIÓN	36
1.2.2	TIPOS DE MATERIALES Y CAMPOS DE APLICACIÓN	37
1.2.3	EXPERIMENTACIÓN	42
1.3	HPC SYSTEM: MORTEROS CEMENTOSOS FIBRORREFORZADOS (FRC) CON ALTÍSIMAS PRESTACIONES MECÁNICAS	50
1.3.1	DEFINICIÓN	50
1.3.2	TIPOS DE MATERIALES Y CAMPOS DE APLICACIÓN	52
1.3.3	EXPERIMENTACIÓN	60

1.4	MAPEWRAP EQ SYSTEM	64
1.4.1	DEFINICIÓN, MATERIALES Y CAMPOS DE APLICACIÓN	64
1.4.2	EXPERIMENTACIÓN	66
1.5	SISTEMAS COMPLEMENTARIOS	68
1.5.1	BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE	68
1.5.2	RESINAS DE ANCLAJE	69
1.5.3	SISTEMAS DE INYECCIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA A	71
1.5.4	MAPEWRAP FIOCCO	73
1.5.5	MAPEWRAP CONNECTOR	74
1.5.6	EXPERIMENTACIÓN	75

02 . APLICACIONES PRÁCTICAS FICHAS DE REFUERZO

2.1	REFUERZO DE EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO	78
2.2	REFUERZO DE EDIFICIOS DE ALBAÑILERÍA Y MADERA	116
2.3	INTERVENCIONES SOBRE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	162



REFUERZO ESTRUCTURAL



1

TECNOLOGÍAS MAPEI



1.1

FRP SYSTEM

1.1.1

DEFINICIÓN

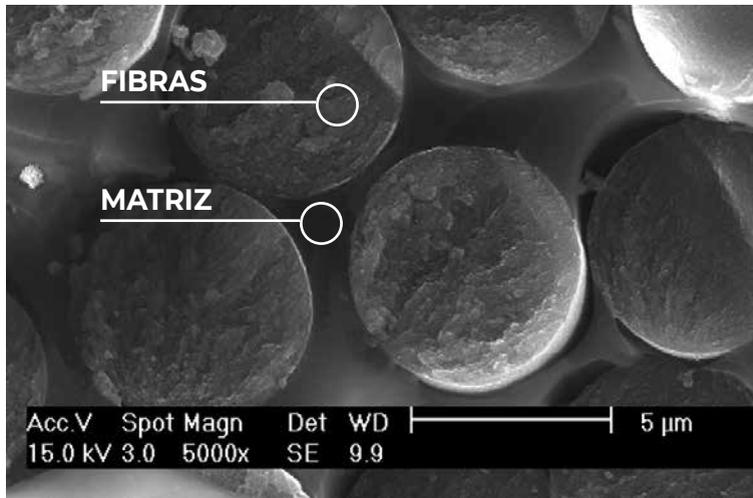
Los *Fiber Reinforced Polymers*, denominados comúnmente FRP o materiales fibrorreforzados de matriz polimérica, constituyen una amplia gama de materiales compuestos consistentes en una matriz polimérica de naturaleza orgánica (resina epoxídica) con la que se impregna un refuerzo de fibra larga y continua de elevadas propiedades mecánicas.

Como se observa en la fotografía de microscopio electrónico realizada en los Laboratorios de I+D de Mapei, los materiales compuestos FRP son materiales constituidos por dos elementos distintos, fibras y matriz, con dos funciones diferentes: el cometido de las fibras es soportar las tensiones, y la función de la matriz es transferir las tensiones del elemento a reforzar a las fibras de refuerzo.

Además de las aplicaciones consolidadas en el campo de la ingeniería aeronáutica, naval y mecánica, el uso de FRP se ha afianzado asimismo en la industria de la construcción, particularmente en el ámbito del refuerzo de estructuras existentes.

Esta difusión, iniciada a finales de la década de los 80, se expandió paulatinamente gracias a una experimentación científica continua, al perfeccionamiento de los modos de aplicación mediante la experiencia de la puesta en obra sobre el terreno y al desarrollo de un marco regulador cada vez más completo. Dada su difusión, en realidad los FRP no deberían definirse como una técnica de refuerzo “innovadora”, sino formar parte ya de las intervenciones de refuerzo estructural “comunes”, especialmente en el campo de la adecuación antisísmica.

Visualización, al microscopio, de materiales compuestos FRP.



Los FRP representan una mejora con respecto a las técnicas más tradicionales existentes, gracias a sus múltiples ventajas, que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- elevada resistencia química y durabilidad en el tiempo;
- incremento de las resistencias mecánicas de los elementos reforzados, sin incrementar las masas y la rigidez de la estructura. Esta característica representa una ventaja de vital importancia, especialmente en los refuerzos en el campo antisísmico;
- espesores de aplicación reducidos que, a diferencia de las intervenciones de refuerzo tradicionales (refuerzos de sección, vigas intermedias, betón plaqué, etc.) no modifican el aspecto estético de la estructura, por lo que no conllevan ninguna variación de la geometría original;
- incremento de la ductilidad de la estructura;
- rapidez y sencillez de la intervención;
- reversibilidad de la intervención con respecto a otros sistemas.

Los FRP, por ejemplo, pueden reemplazar la tradicional intervención de aplacado con planchas de acero de estructuras plegadas: la sustitución de las placas de acero (pesadas, sujetas a una rápida corrosión y que precisan ser atornilladas a la estructura) por láminas de tejido FRP, representa un avance tecnológico que permite eliminar el problema de la corrosión, simplificar las operaciones de colocación, reducir los tiempos de intervención y no modificar las dimensiones del elemento reforzado.

Contrariamente a lo que cabría pensar, los sistemas FRP también son ventajosos desde un punto de vista económico.

Los productos, gracias a su extrema ligereza, pueden ser puestos en obra sin la ayuda de equipos o maquinaria específicos, por un reducido número de operarios, en tiempos extremadamente breves y, por lo general, sin necesidad de interrumpir el servicio de la estructura. En consecuencia, la aplicación de estos sistemas permite reducir los tiempos de aplicación y los equipos necesarios para la intervención.

Los FRP, gracias a sus múltiples ventajas, representan una mejora con respecto a las técnicas más tradicionales existentes.

1.1.2

TIPOS DE MATERIALES

Y CAMPOS DE APLICACIÓN

El constante impulso innovador en el campo de los FRP es fruto del desarrollo continuo de fibras con diferentes prestaciones mecánicas, capaces de dar una respuesta mejorada a las múltiples necesidades técnicas y de aplicación.

Las fibras utilizables pueden ser de diversa naturaleza (carbono, vidrio, basalto, aramida), con diferentes propiedades mecánicas (resistencia a tracción, módulo elástico, alargamiento a rotura) y diferentes propiedades fisicoquímicas (resistencia a la corrosión, etc.).

Gracias a los veinte años de experiencia en el ámbito de los FRP, MAPEI dispone de una gama completa de materiales compuestos, constituida por diferentes tipos de resinas y fibras.

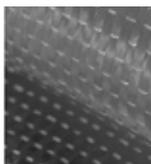
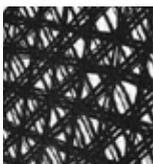
Los FRP de la gama MAPEI se pueden dividir en las siguientes grandes familias.



MAPEWRAP SYSTEM

MAPEWRAP SYSTEM, sistema de refuerzo estructural compuesto de tejido de fibra de carbono, vidrio o basalto de alta resistencia y elevado módulo elástico y de resinas epoxídicas de impregnación y encolado. La posibilidad de orientar y disponer las fibras de refuerzo en las direcciones efectivas en que actúan las solicitaciones posibilita la realización de tejidos específicos que permiten intervenir en condiciones y con resultados impensables utilizando los refuerzos tradicionales.

MAPEWRAP C tejidos de fibra de carbono

Dirección de las fibras	UNIdireccional	BIdireccional	QUADRIIdireccional
			
Módulo elástico a tracción	252 GPa	390 GPa	230 GPa
Gramaje	300 y 600 g/m ²	300 y 600 g/m ²	230 y 360 g/m ²

MAPEWRAP G tejidos de fibra de vidrio

MAPEWRAP B tejidos de fibra de basalto

MAPEWRAP S FABRIC tejidos de acero

Dirección de las fibras	UNIdireccional	UNIdireccional	UNIdireccional
			
Módulo elástico a tracción	80 GPa	89 GPa	230 GPa
Gramaje	900 g/m ²	400 y 600 g/m ²	650 g/m ² 2000 g/m ²

En algunos casos es posible utilizar un tipo diferente de tejido, realizado con fibras de acero (**MAPEWRAP S FABRIC**) en combinación con una matriz polimérica. Este tipo de sistema no está incluido en las Instrucciones de cálculo CNR DT 200 R1 2013 (normas nacionales italianas para el diseño de refuerzos con FRP).



Refuerzo de un nudo viga-pilar con MAPEWRAP C SYSTEM



MAPEWRAP SYSTEM:
tejidos de fibra de carbono, vidrio o basalto y resinas epoxídicas de encolado



Refuerzo de chimenea de ladrillos con MAPEWRAP C SYSTEM

CARBOPLATE SYSTEM

CARBOPLATE SYSTEM, sistema de refuerzo estructural compuesto por láminas de fibra de carbono de elevada resistencia y resinas epoxídicas de encolado. El sistema puede realizarse con diversos tipos de láminas, disponibles en varios tamaños y módulos elásticos.

CARBOPLATE | láminas de fibra de carbono

	CARBOPLATE E 170	CARBOPLATE E 200	CARBOPLATE E 250
			
Modulo elástico a tracción	≥ 160 GPa	≥ 190 GPa	250 GPa
Anchura disponible	Rollos de 50, 100 y 150 mm de anchura		



Refuerzo a flexión de vigas y forjados con CARBOPLATE SYSTEM



CARBOPLATE SYSTEM: láminas de fibra de carbono de elevada resistencia y resinas epoxídicas de encolado



Aplicación de CARBOPLATE SYSTEM sobre viguetas de forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón



Refuerzo a flexión de vigas de madera mediante aplacado con CARBOPLATE SYSTEM

MAPEROD SYSTEM

MAPEROD SYSTEM, barras macizas de adherencia mejorada y elevada resistencia a tracción, de fibra de carbono o de vidrio, y resinas epoxídicas de encolado, para el refuerzo estructural de elementos de hormigón, albañilería y madera.

MAPEROD C
barras de fibra de carbono

MAPEROD G
barras de fibra de vidrio

		
Módulo elástico a tracción	155 GPa	40,8 GPa
Diámetros	10-12 mm	10 mm
Resistencia a tracción	2000 MPa	760 MPa
Presentación	Cajas de 10 unidades, de 2 m cada una	Cajas de 10 unidades, de 6 m cada una



MAPEROD SYSTEM: barras macizas de elevada resistencia a tracción y resinas epoxídicas de encolado



Refuerzo de vigas de madera con MAPEROD SYSTEM



Marco normativo

La referencia para el diseño de refuerzos con FRP son las Instrucciones italianas CNR-DT 200 R1 / 2013 (revisión de las CNR originales DT200 / 2004) para el Diseño, Ejecución y Control de Intervenciones de Consolidación Estática mediante el uso de Materiales Compuestos Fibrorreforzados - Materiales, estructuras de hormigón armado y de hormigón armado pretensado, estructuras de albañilería, incorporadas como Directrices del Servicio Técnico Central del C.S.LL.PP. a todos los efectos desde el año 2009.

Para la elaboración de estas instrucciones se han combinado los conocimientos y la experiencia de fabricantes, usuarios (proyectistas y constructores) y representantes del mundo universitario, adoptando un enfoque de la seguridad congruente con el marco regulatorio de los Eurocódigos.

En Italia, las indicaciones para la calificación de los sistemas y su aceptación en la obra se recogen, por su parte, en la Directriz para la identificación, la calificación y el control de aceptación de compuestos fibrorreforzados de matriz polimérica (FRP), destinados a la consolidación estructural de edificios existentes, emitida por el C.S.LL.PP. con el DPCS LL.PP. n. 220 de 9.7.2015. Ésta va dirigida, principalmente, a los fabricantes de dichos sistemas, que deben probar la validez de las soluciones propuestas, así como a los Jefes de Obra, que son los responsables de controlar y aceptar el material en la obra.

En base a dicha Directriz, el Servicio Técnico Central (STC) de la C.S.LL.PP. emite a los Fabricantes un Certificado de Evaluación Técnica (CVT) (ex CIT NTC 2008) para los sistemas de refuerzo FRP requeridos. En España, los sistemas de refuerzo FRP de MAPEI CARBOPLATE y MAPEWRAP, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

Método de cálculo

La intervención de refuerzo debe diseñarse en base a los resultados obtenidos de un análisis preliminar realizado en la estructura existente.

La mejora de las prestaciones de las estructuras existentes sometidas a acciones sísmicas puede llevarse a cabo mejorando la capacidad de respuesta de la estructura o bien limitando las solicitaciones a que se verá sometida la propia estructura en caso de sismo.

Un proyecto de refuerzo que prevea el uso de FRP puede clasificarse como una intervención selectiva y específica sobre algunos elementos de la estructura para mejorar sus prestaciones, sobre todo en términos de ductilidad, y evitar los mecanismos de colapso frágiles.

Los problemas de irregularidad en términos de rigidez no pueden ser resueltos mediante el uso de FRP. Por otra parte, las irregularidades en términos de resistencia pueden resolverse reforzando ciertos elementos de la estructura, aunque deberá verificarse que no se reduce su ductilidad global.

<u>MEDIDAS</u>	<u>NORMAS ITALIANAS</u>	<u>HERRAMIENTA MAPEI</u>
Calificación	Directriz FRP (DPCSLLPP n.220 09/07/2015)	Certificado CIT / CVT
Diseño	CNR-DT 200 R1/2013 (Directriz CSLPP 24/07/2009)	MAPEI FRP FORMULA
Aceptación en obra	Directriz FRP (DPCSLLPP n.220 09/07/2015)	Certificado CIT / CVT

1.1.3

EXPERIMENTACIÓN



Proyecto financiado por la Región de Campania - programa operativo plurifondo actuación 5.4.3 - anualidad 1999 - II Convocatoria

Pruebas experimentales en forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón reforzados con láminas de CFRP

AÑO: 1999 - 2001

SEDE: LABORATORIOS EDIL-TEST S.R.L. Viale delle Industrie - 84091 Battipaglia (SA)

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, R. Erra, E. Erra

EXPERIMENTACIÓN: Se realizaron 8 muestras de forjado plano a escala real, con unas dimensiones de 490 cm x 200 cm cada una, apoyadas simplemente en los extremos, adoptando los tipos más comunes de forjados mixtos de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón y utilizando varias clases de hormigón. Las muestras de forjado fueron sometidas a pruebas de carga en configuración "as-built" (conforme a la obra) y con refuerzo de láminas CFRP **CARBOPLATE** colocadas en el intradós de las viguetas.

RESULTADOS: La experimentación mostró que el forjado reforzado alcanza la misma flecha máxima que el "as-built", soportando hasta dos veces la carga aplicada.

REFERENCIAS:

"Sperimentazione di materiali compositi in resina e fibra di carbonio con relative tecniche applicative per l'utilizzo nel consolidamento strutturale delle opere in cemento armato semplice e cemento armato precompresso" - Proyecto financiado por la Región de Campania - Departamento de Universidades e Investigación Científica, Innovación Tecnológica y Nueva Economía, Sistemas de Información y Estadística, Museos y Bibliotecas - Programa Operativo Plurifondo Actuación 5.4.3 - Anualidad 1999 - II Convocatoria, (de 1999 a 2001)





Proyecto ICONS (Innovative seismic design concepts for new and existing structures)

Edificio de hormigón armado, a escala real, reforzado con CFRP

AÑO: 2001

SEDE: ELSA Laboratory, Joint Research Centre, European Commission, Ispra (VA)

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, A. Colombo, G. Manfredi, P. Negro, A. Prota, P. Zaffaroni

EXPERIMENTACIÓN: Estructura de barras de hormigón armado compuesta por dos armazones paralelos unidos por muros rígidos; diseñada según las normas del Eurocódigo 8 y de acuerdo con los principios del Displacement Based Design (Dbd). La estructura fue sometida previamente a dos pruebas pseudodinámicas, la primera correspondiente al terremoto del proyecto y la segunda a un terremoto equivalente a 1,5 veces el anterior.

Como consecuencia de daños significativos, se realizó previamente la reparación de los pórticos originales mediante remiendo de las lesiones e inyecciones con resinas epoxídicas de la viscosidad adecuada. Posteriormente se procedió a la aplicación del refuerzo, utilizando para ello tejidos de fibra de carbono (CFRP) unidireccionales para el enfajado de los pilares (**MAPEWRAP C UNI-AX**) y cuadriaxiales para la reparación de los tabiques y de los nudos viga-pilar (**MAPEWRAP C QUADRI-AX**).

RESULTADOS: La crisis del armazón reparado y reforzado con CFRP se debió a la ruptura de las barras de metal longitudinales en la sección en la base de los tabiques, donde se produjo el desprendimiento total de las armaduras de la cimentación. La estructura reparada y reforzada con CFRP mostró bajo la acción sísmica una respuesta muy similar a la original, pero evidenció una mayor capacidad de deformación.

Además, a diferencia de la estructura original, ésta



fue capaz de soportar los efectos producidos por un terremoto equivalente a 1,5 veces el del proyecto.

REFERENCIAS:

A. Balsamo, A. Colombo, G. Manfredi, P. Negro, A. Prota, (2005). Seismic behavior of a full-scale RC frame repaired using CFRP laminates.

ENGINEERING STRUCTURES, 10.1016/j.engstruct.2005.01.002

Balsamo A.; Colombo A.; Manfredi G.; Negro P.; Prota A. (2002).

Full-Scale Test on a RC Dual System Repaired with Advanced Composites. 12th European Conference on Earthquake Engineering, Londres (Reino Unido), 9-13 de septiembre de 2002

G. Manfredi; A. Prota; M. Pecce; A. Balsamo (2003). "L'uso dei Compositi nelle Strutture in Cemento Armato." Revista L'EDILIZIA



Proyecto SPEAR (Seismic Performance Assessment and Rehabilitation of existing buildings)

Edificio de hormigón armado, a escala real, reforzado con GFRP

AÑO: 2001

SEDE: ELSA Laboratory, Joint Research Centre, European Commission, Ispra (VA)

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Manfredi, A. Prota, E. Mola, P. Negro, E. Cosenza, P. Zaffaroni

EXPERIMENTACIÓN: Refuerzo con GFRP (confinamiento de los pilares, refuerzo a cortante para evitar los mecanismos de rotura frágil y confinamiento de los nudos externos) de una estructura de barras de hormigón armado, a escala real, con tres plantas sobre rasante, regular en alzado, pero doblemente asimétrica en planta, diseñada sólo para cargas gravitacionales, representativa del parque de edificios actual del sur de Europa. Refuerzo realizado con MAPEWRAP G UNI-AX y MAPEWRAP G UNI-AX y MAPEWRAP G QUADRI-AX.

RESULTADOS: La experimentación ha mostrado para la estructura posterior al daño, reparada y reforzada con GFRP:

- un incremento de la ductilidad global del 123%;
- un incremento de las solicitaciones sísmicas del 50%, con ausencia de daños estructurales;
- ninguna modificación de la masa de la estructura y, consecuentemente, de la demanda sísmica;
- reversibilidad de la intervención de refuerzo con GFRP.

REFERENCIAS:

M. Di Ludovico; E. Mola; G. Manfredi; P. Negro; A. Balsamo (2007). "Rinforzo sismico di una struttura in c.a. in scala reale - PARTE I: Analisi Prove Sperimentali Pseudodinamiche." - PARTE I: *Análisis Pruebas Experimentales Pseudodinámicas. XXII Convención Nacional ANIDIS, Pisa, 10-14 de junio de 2007*

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi; E. Cosenza (2006). *Design of Seismic Strengthening of an Irregular RC Structure by Using FRP laminates or RC Jacketing. Proceedings of the 2nd International fib Congress, Nápoles, 5-8 de junio de 2006*



A. Balsamo; G. Manfredi; E. Mola; P. Negro; A. Prota (2005). *Seismic Rehabilitation of a Full-Scale RC Structure using GFRP Laminates. 7th International Symposium on FRP Reinforcement for Concrete Structures, Farmington Hills (MI), 7-10 de noviembre de 2005*

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2008). *Comparative Assessment of Seismic Rehabilitation Techniques on a Full-Scale 3-Story RC Moment Frame Structure. STRUCTURAL ENGINEERING AND MECHANICS, 2-s2.0-41449089254*

A. Balsamo; M. Di Ludovico; G. Manfredi; A. Prota. "Rinforzo sismico con FRP: la struttura SPEAR." *REALIDAD MAPEI INTERNACIONAL*

Balsamo A.; Di Ludovico M.; Manfredi G.; Prota A. (2009). "Studio sul rinforzo strutturale con FRP System." *COMPOSITI MAGAZINE*



Proyecto MITRAS (Materiales, Tecnologías y Métodos de Diseño Innovadores para la Reparación y el Refuerzo de Infraestructuras de Transporte Viario)

Refuerzo con CFRP de vigas de puentes de hormigón armado a escala real

AÑO: 2008

SEDE: Laboratorio “al aire libre” en Brindisi diseñado por DiStel Departamento de Ingeniería Estructural de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, E. Cosenza, P. Di Stasio

EXPERIMENTACIÓN: Se realizaron 5 muestras a escala real de vigas de hormigón armado pretensado, sometidas posteriormente a un análisis experimental en relación con el uso de tejidos de CFRP (**MAPEWRAP C UNI-AX**) para restablecer la resistencia a flexión de vigas de hormigón armado pretensado utilizadas para puentes de autopistas, dañadas por impactos accidentales (debido al impacto de vehículos con exceso de galibo) que causan la pérdida parcial por seccionamiento de los cables que constituyen las armaduras longitudinales.

RESULTADOS: El refuerzo con CFRP permitió una recuperación tanto en términos de rigidez como de resistencia a flexión (recuperación en última instancia de un 13% y un 17% respecto a las vigas con un porcentaje de cables seccionados por efecto del impacto del 17% y el 33% del total).

REFERENCIAS:

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2009). FRP strengthening of full scale PC girders. 9th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, Sydney (Australia), 13-15 July 2009

M. Di Ludovico; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi; E. Cosenza (2008). Rinforzo di travi da ponte in c.a.p. mediante l'uso di FRP. XVII Congresso CTE, Roma, 5-8 de noviembre de 2008



Progetto TE.M.P.E.S. (Tecnologías y Materiales Innovadores para la Protección Antisísmica de los Edificios Históricos)

Pruebas sobre mesa vibratoria de edificios de albañilería de toba a escala 1: 2, consolidados con GFRP



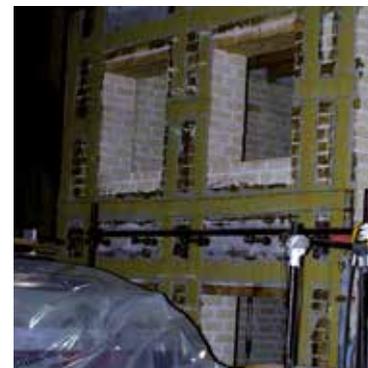
AÑO: 2005-2006

SEDE: Laboratorio CESI de Seriate (BG)

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: G. Bergamo, A. Balsamo, A. Prota, I. Langone, G. Manfredi

EXPERIMENTACIÓN: Como parte de las actividades experimentales, se realizaron dos modelos de albañilería de toba en una relación de escala para las longitudes de 1:2. Ambos modelos fueron probados en una mesa vibratoria, utilizando para ello acelerogramas naturales registrados en el territorio italiano (Calitri 1980, Colfiorito 1997). Los modelos no reforzados después del daño fueron consolidados mediante técnicas de refuerzo reversibles e innovadoras basadas en el uso de materiales compuestos con fibras de vidrio (GFRP).

RESULTADOS: Los dos modelos, con y sin refuerzo, mostraron un mecanismo de colapso del tipo de bloques rígidos (Rocking Mechanism) con formación de lesiones horizontales en la interfaz machón-faja. En el caso de los modelos reforzados, las pruebas dinámicas realizadas mostraron un aumento de la rigidez lateral, lo que avala la efectividad de las técnicas de refuerzo adoptadas para contrarrestar el mecanismo activado. La técnica de refuerzo con bandas de GFRP se demostró adecuada para intervenciones de reparación frente a las réplicas. Las pruebas de envejecimiento acelerado realizadas en la cámara climática permitieron excluir los fenómenos de degradación de la matriz epoxídica debido a exposiciones extremas de hielo/deshielo.



REFERENCIAS:

I. Langone, A. Prota, G. Bergamo, G. Manfredi. *Analisi sperimentale su tavola vibrante di due modelli in muratura di tufo consolidati mediante materiali compositi. XII Convegno Anidis, 10-14 Giugno 2007, Pisa*



Mapei S.p.A. CERTIFICACIÓN ICC-ES DE MAPEWRAP FRP SYSTEM

Pilares de hormigón armado a escala confinados con CFRP

AÑO: 2014

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

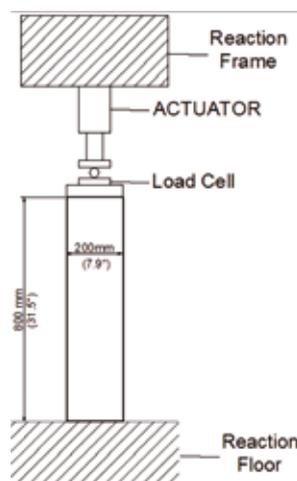
RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, A. Prota, A. Nanni, F. De Caso y Basalo, D. Pisapia, P. Campanella

EXPERIMENTACIÓN: El programa experimental se llevó a cabo en pilares de hormigón armado a escala, de sección transversal cuadrada de 200 mm de lado y 800 mm de altura. Se sometieron cuatro pilares a ensayos de compresión axial: dos “as-built” de control y dos reforzados con un confinamiento compuesto por un enfajado continuo de CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** en toda la altura del elemento. Se contemplaron dos clases de hormigón (baja y alta resistencia) y dos porcentajes de CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** (bajo y alto nivel de refuerzo).

RESULTADOS: Los ensayos se realizaron en el marco de la certificación ICC ES AC 125 y validaron los criterios de diseño establecidos por los códigos ACI 318, ACI 440 y de aceptación del material CFRP de acuerdo con la norma AC 125. La aplicación del sistema de refuerzo con CFRP **MAPEWRAP C UNI-AX** proporcionó a los elementos estructurales un incremento de la resistencia a compresión, así como de la capacidad de desplazamiento axial (pseudo-ductilidad) sin ninguna modificación de la rigidez inicial.

REFERENCIAS:

CERTIFIED TEST REPORT EVALUATION OF EXTERNALLY APPLIED FRP STRENGTHENING COMPOSITE SYSTEMS - Per ICC-ES Acceptance Criteria AC125-ESR-3499 Report Number: R-510_12-12-02_MAP.3 Date: July 28, 2016 REVISION 3



ReLUIS “RED DE LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SÍSMICA” Task 2.1.1: Reinforced Concrete Structures PE 2010-2013 Refuerzo de nudos de hormigón armado reforzados con CFRP



AÑO: 2010 - 2014

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, M. Dolce, C. Del Vecchio, G.M. Verderame

EXPERIMENTACIÓN: Se realizaron 9 muestras a escala real de nudos viga-pilar no confinados, con la finalidad de reproducir los edificios existentes de hormigón armado diseñados sólo para acciones gravitacionales y sin ninguna referencia a acciones sísmicas o bien con referencias normativas obsoletas para la evaluación de acciones sísmicas.

RESULTADOS: Los resultados de los ensayos realizados sobre los nudos viga-pilar reforzados con CFRP, revelaron:

- un incremento de la resistencia a cortante del panel de unión;
- un eficaz confinamiento de los extremos del pilar concurrentes en el nudo;
- un incremento a cortante de los extremos de las vigas concurrentes en el nudo;
- ninguna modificación de la rigidez del nudo.

REFERENCIAS:

Balsamo, A.; Del Vecchio C.; Di Ludovico, M.; Prota, A.; Manfredi G.; Dolce, M. (2012). Rinforzo con FRP di nodi trave-pilastro esistenti: analisi sperimentale e modelli di capacità. (in Italian). 19° Congreso CTE, Bologna

Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A, Manfredi G, Dolce M. 2014. Experimental Investigation of Exterior RC Beam-Column Joints Retrofitted with FRP Systems. ASCE Journal of Composites for Construction. V. 18 (4). pp. 1-13. DOI: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000459



Di Ludovico M.; Balsamo A.; Prota A.; Verderame G.M.; Dolce M.; G. Manfredi (2012). Preliminary Results of an Experimental Investigation on RC beam-column joints. Proceedings of 6th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Roma, 13-15 June 2012

ReLUIIS “RED DE LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SÍSMICA”

Task 2.1.1: Reinforced Concrete Structures PE 2010-2013

Refuerzo de pilares a flexión y a cortante, reforzados con CFRP



AÑO: : 2015-2017

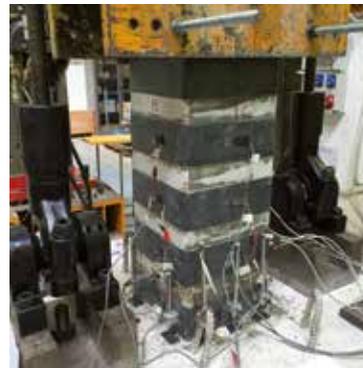
SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, M. Del Zoppo

EXPERIMENTACIÓN: El programa experimental consta de dos conjuntos de pilares: tres pilares esbeltos ($L = 1500$ mm), con comportamiento flexional, y cinco pilares macizos ($L = 900$ mm), con comportamiento frágil dominado por rotura a cortante antes de alcanzar la capacidad de flexión. Los pilares se diseñaron de modo que fueran representativos de elementos típicos de edificios existentes en Italia. Los pilares esbeltos, dominados por roturas a flexión, fueron reforzados mediante enfajados con CFRP en el área de la potencial rótula plástica. Por su parte, los pilares dominados por roturas a cortante se reforzaron mediante un enfajado discontinuo con CFRP, a lo largo de toda la altura del elemento. Se ensayaron varias clases de hormigones y porcentajes de CFRP. El comportamiento sísmico de los pilares se evaluó mediante pruebas cíclicas de control de desplazamiento, aplicando una tensión normal adimensional igual a 0,1, como se suele ocurrir en los edificios existentes.

RESULTADOS: Los resultados de los ensayos revelaron tras la aplicación de CFRP:

- un incremento de la ductilidad en los pilares confinados en su base;
- un incremento de la capacidad a cortante en los pilares reforzados con CFRP;
- un cambio de comportamiento en el modo de rotura, de frágil a dúctil, para los pilares macizos reforzados con CFRP;
- ninguna modificación de la rigidez de los pilares.



REFERENCIAS:

Del Zoppo, M., Di Ludovico, M., Balsamo, A., Prota, A., Manfredi, G. (2017). FRP for seismic strengthening of shear controlled RC columns: experience from earthquakes and experimental analysis. *Composite Part B*, 10.1016/j.compositesb.2017.07.028

Del Zoppo, M.; Di Ludovico, M.; Balsamo, A.; Prota, A. Comparative Analysis of Existing RC Columns Jacketed with CFRP or FRCC. *Polymers* 2018, 10, 361



ReLUISt (Línea de Investigación n° 8); Proyecto MACE (Materiales Compuestos Innovadores para la Construcción)

Compresión sobre pilares de albañilería a escala real y reducida reforzados con sistemas FRP

AÑO: 2008-2013

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Prota, M. Di Ludovico, A. Balsamo, E. Fusco, G. Maddaloni, C. D'Ambra, F. Micelli, G. Manfredi

EXPERIMENTACIÓN: Los ensayos de compresión axial sobre probetas a escala real y reducida, realizados con diferentes tipos de albañilería (toba, ladrillo y piedra caliza), han permitido destacar la efectividad de las técnicas de confinamiento con sistemas de enfajado continuo o discontinuo mediante FRP con diferentes tipos de fibras (carbono, vidrio, basalto) impregnadas con resinas epoxídicas.

RESULTADOS: Las diferentes técnicas de confinamiento con FRP confirieron a los pilares un incremento tanto en términos de resistencia como de ductilidad, mostrando un comportamiento disipativo significativo con respecto a la débil respuesta de las muestras similares no reforzadas.

REFERENCIAS: Di Ludovico M., D'Ambra C., Prota A., Manfredi G., (2010), "FRP Confinement of Tuff and Clay Brick Columns: Experimental Study and Assessment of Analytical Models", ASCE - Journal of Composites for Construction, Vol. 14, No. 5, pp. 583-596, Sept- Oct. 2010 (ISSN: 1090-0268)

Micelli F., Di Ludovico M., Balsamo A., and Manfredi G., (2014) "Mechanical behaviour of FRP-confined masonry by testing of full-scale columns". Special Issue "S.I.: Advanced in composites applied to masonry" SPRINGER Materials and Structures, Volume 47, Issue 12, October 21 2014, pp. 2081-2100, DOI: 10.1617/s11527-014-0357-9

Di Ludovico, M., Fusco, E., Prota, A., & Manfredi, G. (2008, October). Experimental behavior of masonry columns confined using advanced materials. In The 14th world conference on earthquake engineering



1.2

FRG SYSTEM

1.2.1

DEFINICIÓN

Los diversos sistemas agrupados en la macrofamilia de los FRG (*Fiber Reinforced Grout*) se componen, a diferencia de los FRP, de una matriz inorgánica (mortero) en la que se incorpora un refuerzo de fibra en forma de malla.

La finalidad de estas tecnologías es mejorar las propiedades mecánicas de la albañilería y aumentar el grado de colaboración entre los elementos que la componen (por lo general, ladrillos y mortero).

La técnica tradicional de refuerzo consiste en la aplicación de un revoque armado compuesto de una malla electrosoldada y de varios centímetros de microhormigón cementoso. Esta técnica, aunque es capaz de incrementar la resistencia de la albañilería, genera problemas significativos, tanto por los aumentos considerables en la rigidez como consecuencia del elevado módulo elástico del microhormigón (generalmente cementoso y, por lo tanto, poco compatible con el soporte), como por la armadura metálica, que a menudo presenta

problemas de corrosión y, sobre todo, en el caso de soportes irregulares, de aplicación.

A la vista de estos problemas, MAPEI desarrolló los sistemas FRG, que propone la sustitución de la malla metálica por mallas de fibra de vidrio resistentes a los álcalis, de basalto o de carbono. El tradicional microhormigón cementoso es sustituido por morteros dúctiles fibrorreforzados, compatibles tanto mecánica como químicamente con la albañilería.

Los sistemas FRG pueden dividirse en las siguientes familias: **Sistemas FRCM** (*Fibre Reinforced Cementitious Matrix*) y **CRM** (*Composite Reinforced Mortar*) esto es, revoques armados con mallas de fibra de vidrio.

1.2.2

TIPOS DE MATERIALES

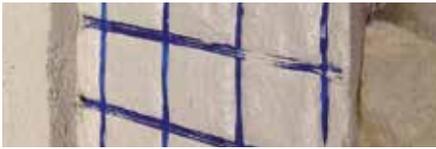
Y CAMPOS DE APLICACIÓN

CRM SYSTEM

Los **sistemas CRM** están compuestos por morteros adecuados para ser aplicados en espesores de 3-4 cm, capaces de cubrir incluso albañilerías muy irregulares, combinados con mallas de fibra de vidrio resistentes a los álcalis. En función del espesor de aplicación, el sistema deberá ser conectado mecánicamente al muro con conectores de fibra de vidrio.



Aplicación del refuerzo para incrementar la resistencia a cortante, a tracción y a compresión

MORTEROS	MAPEWALL INTONACA & RINFORZA		MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL	
				
Naturaleza química	Mortero fibrorreforzado para revocos y de albañilería transpirable, a base de cal hidráulica natural		Mortero para revocos transpirables y de albañilería, a base de cal hidráulica natural y Eco-Puzolana, exento de cemento	
Espesor de aplicación (por capa)	De 10 a 30 mm		De 10 a 40 mm	
Módulo elástico a compresión	10 GPa		10 GPa	

MALLAS	MAPENET EM 30	MAPENET EM 40	CONECTORES	MAPENET EM CONNECTOR
				
Naturaleza química	Fibra de vidrio resistente a los álcalis	Fibra de vidrio resistente a los álcalis	Naturaleza química	Fibra de vidrio resistente a los álcalis
Luz	30 x 30 mm	40 x 40 mm	Luz	100 x 200; 100 x 500; 100 x 700 (mm)

En Italia, a la espera de la norma nacional para el diseño de los CRM, es posible dimensionar este tipo de refuerzo como revoque armado, utilizando las tablas de la Circular Explicativa de las NTC 2018. Calificación de los sistemas de acuerdo con la norma italiana para la identificación, la calificación y el control de aceptación de los sistemas con malla preformada de materiales compuestos fibrorreforzados de matriz polimérica, destinados a la consolidación estructural de edificios existentes con la técnica del revoque armado CRM (Composite Reinforced Mortar) o con la ETA correspondiente.



FRCM SYSTEM

Los **sistemas FRCM** están compuestos por morteros fibrorreforzados específicos, para su aplicación con bajo espesor (aproximadamente 1-1,5 cm) en combinación con diversos tipos de mallas de refuerzo de fibra (vidrio, basalto o carbono). Estos sistemas permiten reducir eficazmente las masas y las rigideces de la intervención de refuerzo frente a un incremento significativo de las resistencias mecánicas. La elevadísima adherencia al soporte de los morteros utilizados permite evitar la utilización de conectores transversales. Si fuera indispensable la presencia de una conexión mecánica, podrán utilizarse anclajes específicos (“fioccos” de fibra de vidrio, basalto o carbono) **MAPEWRAP FIOCCO**.

MORTEROS

PLANITOP HDM MAXI

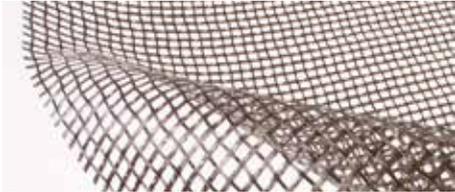
PLANITOP HDM RESTAURO

		
Naturaleza química	Mortero cementoso a base de aglomerantes de reactividad puzolánica, fibrorreforzado, bicomponente, de elevada ductilidad	Mortero a base de cal hidráulica (NHL) y ECO-PUZOLANA, fibrorreforzado, bicomponente y exento de cemento
Espesor de aplicación (por capa)	De 6 a 25 mm	De 3 a 10 mm
Módulo elástico a compresión	10 GPa	8 GPa

MALLAS

MAPEGRID G 220

MAPEGRID B 250

		
Naturaleza química	Fibra de vidrio resistente a los álcalis	Fibra de basalto
Luz	25 x 25 mm	6 x 6 mm



Aplicación del refuerzo de bajo espesor, para incrementar la resistencia a cortante y a tracción de muros de cerramiento



Conexión mecánica adicional con "fioccos" de fibra de carbono



Aplicación de sistema FRCM como intervención antivuelco de tabiques y cerramientos



Refuerzo del trasdós de bóvedas de albañilería

En Italia, a la espera de la norma nacional para el diseño de los FRCM, su diseño es posible, según el cap. 11 NTC2018, con códigos internacionales tales como el ACI 549-4R-13 (Mapei FRCM Software Design). Calificación de los sistemas de acuerdo con la norma italiana para la identificación, la calificación y el control de aceptación de compuestos fibrorreforzados de matriz inorgánica (FRCM), destinados a la consolidación estructural de edificios existentes o con la ETA correspondiente.



		Espesor de aplicación	Incremento de la rigidez	Incremento de las masas	Practicidad de la puesta en obra	Realización de conexión mecánica
REVOQUE ARMADO TRADICIONAL CON MALLA DE ACERO		 <p>Al menos 5 cm</p>	 <p>El aumento del espesor de la albañilería y el uso de una malla rígida de acero incrementan las rigideces globales de la estructura</p>	 <p>El aumento del espesor de la albañilería incrementa las masas globales de la estructura (es necesario aumentar la capacidad de los cimientos)</p>	 <p>Son necesarias conexiones mecánicas Difícil manipulación en obra</p>	 <p>Realización y limpieza de los agujeros, inserción de conectores</p>
REVOQUE ARMADO CON MALLA DE FIBRA DE VIDRIO		 <p>De 3-5 cm</p>	 <p>El aumento del espesor de la albañilería incrementa las rigideces globales de la estructura</p>	 <p>El aumento del espesor de la albañilería incrementa las masas globales de la estructura (es necesario aumentar la capacidad de los cimientos)</p>	 <p>Fácil manipulación y aplicación de la malla de fibra respecto a las mallas de acero Son necesarias conexiones mecánicas</p>	 <p>Realización y limpieza de los agujeros, inserción de conectores</p>
SISTEMA FRCM		 <p>De 1 a 2 cm</p>	 <p>El aumento limitado del espesor de la albañilería incrementa ligeramente las rigideces de la estructura</p>	 <p>El limitado incremento del espesor de la albañilería incrementa ligeramente las masas de la estructura</p>	 <p>Fácil manipulación y aplicación de la malla de fibra respecto a la malla de acero Es posible evitar el uso de conexiones mecánicas, por lo general, basta con dar rugosidad al soporte</p>	 <p>Es posible evitar o limitar el uso de conexiones mecánicas gracias a la elevada adherencia de los morteros bicomponentes</p>

Rápida puesta en obra	Incremento de la resistencia a cortante	Incremento de la resistencia a compresión	Incremento de la ductilidad	Compatibilidad con el soporte	Durabilidad
 Malla de acero tradicional rígida y difícil de cortar y colocar (especialmente en bóvedas)		 Aumento del área a compresión debido al aumento del espesor		 Utilización de morteros y mallas con módulos de elasticidad demasiado altos	 Utilización de mallas no resistentes químicamente
 Malla de fibra de vidrio fácil de cortar y colocar Mortero aplicable también por proyección		 Aumento del área a compresión debido al aumento del espesor		 Utilización de morteros y mallas con bajos módulos de elasticidad, compatibles con el soporte	 Mallas de fibra de vidrio resistente a los álcalis, resistentes al ambiente alcalino de los morteros (requiere siempre el certificado)
 Malla de fibra de vidrio o basalto fácil de cortar y colocar Morteros aplicables también por proyección		 Menor incremento del área a compresión	 Elevado incremento de la resistencia y de las deformaciones plásticas previas a la rotura (requiere informe de ensayo)	 Utilización de morteros y mallas con bajos módulo de elasticidad, compatibles con el soporte	 Mallas de fibra de vidrio resistentes a los álcalis, resistentes al ambiente alcalino de los morteros (requiere siempre el certificado) o de basalto

 Suficiente

 Moderado

 Bueno

 Óptimo

1.2.3 EXPERIMENTACIÓN

MAPEI S.p.A.; Proyecto ReLUIS-DPC 2010–2013 (LINE AT1-1.1)

Evaluación y reducción de la vulnerabilidad de edificios de albañilería)

Ensayos de compresión diagonal en diferentes tipos de paneles murales reforzados con FRGM/CRM

AÑO: 2004 - 2018 (en curso)

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, I. Iovinella, G. Maddaloni, P. Di Stasio, F. Parisi, N. Augenti, M. Di Ludovico, G.P. Lignola, A. Prota, G. Manfredi, G. Morandini

EXPERIMENTACIÓN: La campaña experimental con ensayo de compresión diagonal se realiza sobre un elevado número de muestras caracterizadas por numerosos tipos de albañilería (toba napolitano, ladrillos rojos, sillares, piedra desordenada, etc.), con diferentes texturas, numerosísimas configuraciones de refuerzo y diferentes tipos de conexiones transversales (tirantes).

RESULTADOS: El objetivo de la campaña experimental es estudiar la interacción entre los diferentes tipos de albañilería y los diferentes sistemas de refuerzo **MAPEI FRG (FRGM/CRM)**. Los resultados no sólo muestran que los sistemas de refuerzo se ajustan a la normativa, sino que revelan, asimismo:

- un incremento de la capacidad a cortante/tracción;
- un retraso en el inicio de la fisuración;
- un elevado incremento de la ductilidad.

REFERENCIAS:

Balsamo A., Iovinella I., Morandini G., Maddaloni G., (2014). *Experimental Investigation on IMG masonry reinforcement*, 37th IABSE – International Association for Bridge and Structural Engineering, Madrid, Spagna, Settembre 2014



Balsamo, A.; Iovinella, I.; Di Ludovico, M.; Prota, A. (2014). *Masonry reinforcement with IMG Composites: Experimental Investigation*. 4th International Conference on Mechanics of Masonry Structures Strengthened with Composite Materials, Ravenna, 9-11 September 2014

Balsamo Alberto, Iovinella Ivano (2014). *Sistemi di rinforzo con FRG per strutture in muratura*. REHABEND 2014, 1-4 April, 2014, Santander, España

Balsamo A., Iovinella I., Morandini G. (2014). *FRG Strengthening Systems for Masonry Building*, 2014 NZSEE Conference, Auckland

F. Parisi; I. Iovinella; A. Balsamo; N. Augenti; A. Prota (2012). *In-plane behaviour of tuff masonry strengthened with inorganic matrix-grid composites in diagonal compression*. Proceedings of the 15th



European Conference Composite Materials, Venezia, 24-28 June 2012

Parisi F.; Iovinella I.; Balsamo A.; Augenti N.; Prota A. (2011). Indagine sperimentale sulla resistenza a taglio della muratura di tufo rinforzata con materiali compositi a matrice inorganica. XIV Convegno ANIDIS, Bari, 18-22 settembre 2011

Balsamo Alberto, Iovinella Ivano, Morandini Giulio (2011). Experimental Campaign on Tuff Masonry Strengthened with FRG. SEWC 2011 - Structural Engineering World congress, Como, 4-6 de junio de 2011

Balsamo A.; Di Ludovico M.; Manfredi G.; Prota A. (2011). Masonry Walls Strengthened with Innovative Composites. Proceedings of the FRPRCS-10 - 10th International Symposium on Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement for Concrete Structures, Farmington Hills

(MI), 2-4 de abril de 2011

Balsamo A.; Iovinella I.; Morandini G.; Prota A. (2010). "Comportamento sperimentale di muratura di tufo rinforzata con FRP a base di ecopozzolana" COMPOSITI MAGAZINE

Balsamo A.; Iovinella I.; Di Ludovico M.; Prota A. (2010). Experimental Behavior of Tuff Masonry Strengthened with Lime Matrix - Grid Composites. Proceedings of the 3rd International Workshop on Conservation of Heritage Structures Using FRM and SHM, Ottawa (Canada), 11-13 de agosto de 2010

Balsamo A.; Prota A.; Iovinella I.; Morandini G. (2010). "Comportamento sperimentale di muratura di tufo rinforzata con FRG a base di ecopozzolana." Seguridad y Conservación del Patrimonio Cultural afectado por un terremoto, Venecia, 8-9 de abril de 2010



Proyecto PROVACI (Tecnologías para la PROtección sísmica y la VALorización de Complejos de Interés cultural) DISTRETTO STRESS

Campaña experimental en bóvedas de albañilería a escala real, reforzadas con FRCM

AÑO: 2013

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS.: A. Balsamo, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota, I. Iovinella, G. Maddaloni, V. Giamundo, G. Ramaglia, M. Pallecchia, A. Zinno, F. da Porto

EXPERIMENTACIÓN: La bóveda sometida a ensayo sobre una mesa vibrante representa la geometría típica de las cubiertas de iglesias y edificios históricos. El objetivo del ensayo es estudiar el comportamiento dinámico de la bóveda de albañilería frente a acciones sísmicas severas y el incremento de prestaciones alcanzable como resultado de su refuerzo con los sistemas FRCM.

RESULTADOS: Se aplicaron de forma gradual un acelerograma real (seísmo de Irpinia, 1980) y uno artificial, ad hoc para la prueba. Los resultados mostraron un incremento de la resistencia que permitió que la bóveda soportara episodios sísmicos de una intensidad superior a 2,5 veces la PGA inicial. Se demostró la compatibilidad mecánica del sistema de refuerzo testado por la ausencia de fenómenos de laminación entre la interfaz mortero/ladrillo y mortero/refuerzo. Además, el refuerzo no causó un aumento significativo de la masa de la muestra respecto al original.

REFERENCIAS:

V. Giamundo; G.P. Lignola; G. Maddaloni; A. Balsamo; A. Prota; G. Manfredi (2015). *Experimental investigation of the seismic performances of IMG reinforcement on curved masonry elements. COMPOSITES PART B, ENGINEERING, 10.1016/j.compositesb.2014.10.039*



V. Giamundo, G.P. Lignola, G. Maddaloni, F. da Porto, A. Prota and G. Manfredi. *Shaking table tests on a full-scale unreinforced and IMG-retrofitted clay brick masonry barrel vault. SPRINGER Bulletin of Earthquake Engineering, Volume 14 No. 6, 2016:1663-1693 DOI: 10.1007/s10518-016-9886-7*

V. Giamundo; G. Ramaglia; A. Balsamo; G.P. Lignola; A. Prota; G. Manfredi; G. Maddaloni; A. Zinno. "Rinforzo di una volta in muratura: valutazione dell'efficacia mediante test su tavola vibrante." XVI Convegno Anidis 2015, L'Aquila, Italia, Settembre 2015

A. Prota, M. Pallecchia, G.P. Lignola, A. Zinno, A. Balsamo, I. Iovinella, G. Maddaloni. *Valutazione sperimentale mediante prova su tavola vibrante dell'efficacia di interventi con sistemi FRG su volte in muratura. INGENIO Magazine dossier #31 "Sistemi di rinforzo e consolidamento strutturale" Vol.31, Aprile 2015:1-24. ISSN 2307-8928*



Proyecto PROVACI (Tecnologías para la PROtección sísmica y la VALorización de Complejos de Interés cultural) DISTRETTO STRESS

Campaña experimental en bóvedas de albañilería con hastiales, a escala real, reforzadas con FRCM

AÑO: 2014-2015

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS.: A. Balsamo, G.P. Lignola, G. Manfredi, A. Prota, G. Ramaglia, I. Iovinella

EXPERIMENTACIÓN: El objetivo de la campaña de ensayos sobre mesa vibratoria fue estudiar el comportamiento dinámico de las bóvedas de albañilería con geometría típica y la interacción con los muros subyacentes con el fin de proteger la bóveda de los daños mediante sistemas FRCM con mallas de basalto y tejido de acero.

RESULTADOS: Se aplicaron de forma gradual dos acelerogramas reales, Friuli 1976 e Irpinia 1980. Se sometió, por tanto, la estructura de albañilería a numerosos eventos sísmicos simulados de intensidad creciente y a réplicas (enjambre sísmico). Se produjo el colapso del tramo abovedado de la estructura no reforzada. Tras la reconstrucción y la aplicación del refuerzo con FRCM, la estructura no mostró daños en su tramo abovedado, incluso con eventos de doble intensidad, en términos de PGA, respecto al evento que causó el colapso de la estructura.

REFERENCIAS:

Giancarlo Ramaglia; Gian Piero Lignola; Alberto Balsamo; Andrea Prota, 2017. *Seismic Strengthening of Masonry Vaults with Abutments Using Textile-Reinforced Mortar*. DOI: 10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000733. © 2016 American Society of Civil Engineers





Proyecto ReLUIS-DPC 2010–2013 (LÍNEA TI-1.1 – Evaluación y reducción de la vulnerabilidad de edificios de albañilería)

Campaña experimental a escala real, en muro perforado de albañilería, reforzado con FRCM

AÑO: 2010

SEDE: Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura, Universidad de Nápoles Federico II

RESPONSABLES CIENTÍFICOS.: N. Augenti, F. Parisi, A. Balsamo, A. Prota, G. Manfredi, L. Lovinella

EXPERIMENTACIÓN: Los ensayos se llevaron a cabo en un muro perforado de albañilería de toba, realizado a escala real y diseñado de forma que gran parte del daño se concentrará en el plano de fachada, como ocurre por lo general en los edificios de albañilería existentes.

RESULTADOS: El sistema de refuerzo externo FRCM, aplicado sobre el plano de fachada, no sólo permitió la restauración completa de la capacidad portante horizontal, sino también incrementar en gran medida la capacidad de desplazamiento, “traduciéndose” la pérdida de resistencia en grandes niveles de desplazamiento lateral. El sistema FRCM proporcionó, además, una disipación adicional gracias a la difusión del daño a todo el plano de fachada en lugar de a lo largo de sus diagonales por efecto de la rotura a cortante y del aparejo de la albañilería.

REFERENCIAS:

N. Augenti; F. Parisi; A. Prota and G. Manfredi. In-Plane Lateral Response of a Full-Scale Masonry Subassemblage with and without an Inorganic Matrix-Grid Strengthening System. *Journal of Composites for Construction*, Vol. 15, No. 4, August 1, 2011. ©ASCE, ISSN 1090-0268/2011/4-578-590

Parisi F.; Augenti N.; Balsamo A.; Prota A.; Manfredi G.(2010). Lateral Loading Tests on a Masonry System With and Without External Reinforcement. 14th European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid (FYRoM), 30 August - 3 September 2010



ReLUIS (Línea de Investigación n. 8); Proyecto MACE (Materiales Compuestos Innovadores para la Construcción); Proyecto METRICS (Metodologías y Tecnologías para la Gestión y Rehabilitación de Centros Históricos y de Edificios catalogados de valor histórico-artístico) DISTRETTO STRESS



Ensayos de compresión en pilares de albañilería, a escala real y reducida, de diferentes tipos de muros, reforzados con sistemas FRCM

AÑO: 2008-2013-2017

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS.: A. Balsamo, M. Di Ludovico, A. Prota, E. Fusco, G. Maddaloni, C. D'Ambra, F. Micelli, A. Cascardi, M.A. Aiello, G. Manfredi, L. Lovinella

EXPERIMENTACIÓN: Los ensayos realizados permitieron investigar la eficacia de las técnicas de confinamiento pasivo mediante el uso de sistemas FRCM en pilares de albañilería de toba, ladrillo y piedra caliza, tanto a escala reducida como a escala real. Las muestras sometidas a compresión centrada fueron reforzadas con mallas de fibra de vidrio (**MAPEGRID G 220**) o basalto (**MAPEGRID B 250**) insertadas en matrices inorgánicas (**PLANITOP HDM RESTAURO**), con o sin presencia de tirantes.

RESULTADOS: Las diferentes técnicas de confinamiento utilizadas con FRCM confirieron a los pilares un incremento tanto en términos de resistencia como en términos de ductilidad, evidenciando un comportamiento disipativo significativo respecto a la configuración frágil de las muestras no reforzadas.

REFERENCIAS:

A. Balsamo; G. Maddaloni; F. Micelli; A. Prota; G. Melcangi (2018). "Experimental behaviour of full scale masonry columns confined with FRP or FRCM systems", REHABEND 2018 Euro-American Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management, Cáceres, España, Mayo de 2018

G. Maddaloni, A. Cascardi, A. Balsamo, M. Di Ludovico, F. Micelli, M.A. Aiello, A. Prota (2017). "Confinement of Full-Scale Masonry Columns



with FRCM Systems", MURICO 5 CONFERENCE - Mechanics of Masonry Structures Strengthened With Composite Materials - Key Engineering Materials ISSN: 1662-9795, Vol. 747, págs. 374-381

M. Di Ludovico, E. Fusco, A. Prota & G. Manfredi (2008). Experimental behavior of masonry columns confined using advanced materials. In The 14th world conference on earthquake engineering



Proyecto METRICS (Metodologías y Tecnologías para la gestión y Rehabilitación de Centros Históricos y de Edificios catalogados de valor histórico-artístico) DISTRETTO STRESS

Ensayos en mesa vibratoria de edificio de albañilería, a escala 1:2, reforzado con FRCM

AÑO: 2016

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS.: M. Di Ludovico, A. Balsamo, G. Maddaloni, N. Iuliano, G. Maddaloni, A. Prota, G. Manfredi

EXPERIMENTACIÓN: Como parte del proyecto de investigación Metrics, se analizó el comportamiento sísmico de una estructura a escala 1:2, realizada con albañilería de toba a testa con dinteles y forjado de madera, representativa de un edificio napolitano, reparada y reforzada posteriormente al daño con los innovadores sistemas FRCM.

RESULTADOS: La estructura fue probada en una mesa vibratoria y sometida a una serie de secuencias sísmicas simuladas con acelerogramas relacionados con eventos recientes en Italia, incluidos los de L'Aquila 2009 y Amatrice 2016. Se analizaron los mecanismos de rotura y daño típicos de los cuerpos con estructura en cajón de albañilería. La estructura, después del daño, fue reparada con tecnologías tradicionales y mediante:

- inyección de las lesiones con mortero a base de cal y eco-puzolana, exento de cemento y muy fluido (**MAPE-ANTIQUÉ F21**);
 - anclaje de los muros angulares y cosido de lesiones sub-horizontales con barras helicoidales de acero inoxidable aplicadas en seco (**MAPEI STEEL DRY 316**).
- La estructura fue reforzada con las siguientes intervenciones innovadoras:
- cosido de las lesiones diagonales con el sistema FRCM (**MAPEGRID G 220 + PLANITOP HDM RESTAURO**);
 - enfajado en la parte superior con el sistema FRCM (**MAPEGRID G 220 + PLANITOP HDM RESTAURO**);



- Revoque exterior e interior de nueva generación compuesto por un mortero de cal fibrorreforzado (**PLANITOP INTONACO ARMATO**). Tras la reparación y el refuerzo, la estructura no mostró daños, incluso con eventos de una intensidad considerablemente mayor (+ 40%), en términos de PGA, respecto a la secuencia sísmica que causó el daño.

REFERENCIAS:

Gennaro Maddaloni, M. Di Ludovico, A. Balsamo, Giuseppe Maddaloni, A. Prota (2018). "Dynamic assessment of innovative retrofit techniques for masonry buildings", *Composites Part B* 147 (2018) 147-161, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.04.038>

Marco Di Ludovico, Alberto Balsamo, Gennaro Maddaloni, Nunzia Iuliano, Giuseppe Maddaloni, Andrea Prota, Gaetano Manfredi (2017). "Shaking Table Tests on 1/2 Scale One Story Masonry Structure", *7AESE - 7th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering, Pavia, Settembre 2017*

1.3 HPC SYSTEM

MORTEROS CEMENTOSOS
FIBRORREFORZADOS
(FRC) CON ALTÍSIMAS
PRESTACIONES
MECÁNICAS

1.3.1

DEFINICIÓN

Entre las diversas tecnologías destinadas a reforzar las estructuras existentes, MAPEI ofrece una nueva familia de morteros pertenecientes a la línea PLANITOP HPC, es decir, morteros cementosos fibrorreforzados con fibras estructurales de acero distribuidas homogéneamente dentro de una matriz cementosa con unas elevadísimas prestaciones mecánicas.



Fibras dispersas
en la matriz cementosa

Lo que distingue a estos materiales, clasificables como HPFRCC (*High Performance Fiber Reinforced Cementitious Concrete*), de los morteros tradicionales es su elevadísima resistencia mecánica y elevada ductilidad.

Existen en la actualidad diferentes tipos de fibras utilizables en matrices cementosas. Las más utilizadas son las poliméricas, metálicas, de vidrio, de carbono o de materiales naturales (celulosa, madera, etc.).

A diferencia de las fibras sintéticas tradicionales, comúnmente utilizadas en

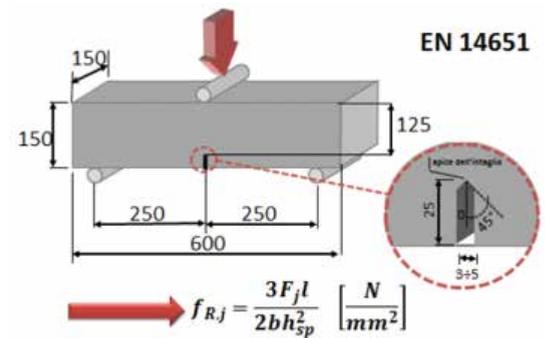
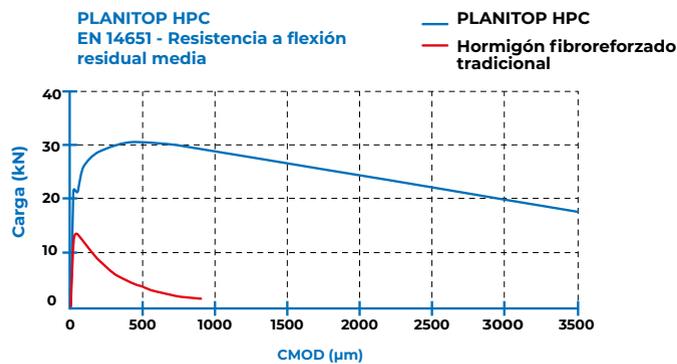
los morteros cementosos (cuya función principal es reducir los fenómenos fisurativos), la inserción de fibras de acero (**FIBRE HPC**) incrementa la **ductilidad** y la **tenacidad** del mortero cementoso, lo que le confiere una mayor capacidad de resistencia en la fase plástica (post-fisuración) y, a menudo, un **comportamiento a tracción** de tipo **endurecedor**.

Por lo tanto, la presencia de estas fibras metálicas proporciona al material un comportamiento tal que permite reducir, y en muchos casos sustituir completamente, la armadura tradicional.

Los morteros **PLANITOP HPC** y **PLANITOP HPC FLOOR** se caracterizan por una matriz cementosa de elevadísimas prestaciones mecánicas, cuyas prestaciones son fácilmente comparables a las de los morteros de reparación del hormigón, como vemos en la siguiente tabla:

	HORMIGÓN TRADICIONAL	MORTERO CEMENTOSO	PLANITOP HPC
Resistencia a compresión	15 - 40 MPa	15 - 60 MPa	130 MPa
Resistencia a tracción	-	-	8,5 MPa
Resistencia a flexión	-	4 - 8 MPa	32 MPa

Gráfico de la resistencia a flexión residual de acuerdo con la norma EN 14651



El diseño, la ejecución y la caracterización de elementos estructurales mediante el uso de PLANITOP HPC requieren normas y modelos de cálculo diferentes a los utilizados normalmente para las obras con mezclas cementosas ordinarias. Estos materiales no están recogidos actualmente en las normas técnicas nacionales y europeas en materia de edificación. Para cubrir esta laguna, una comisión especial de expertos, creada por la CNR en 2006, emitió un documento técnico (CNR DT 204/2006 - Instrucciones para el Diseño, la Ejecución y el Control de Estructuras de Hormigón Fibrorreforzado) donde se resumen las principales propiedades de los hormigones fibrorreforzados y se proporcionan indicaciones suficientes para permitir el dimensionamiento y la verificación de estructuras realizadas mediante el uso de hormigones fibrorreforzados en sustitución o en combinación con las armaduras ordinarias. Estas instrucciones también proporcionan las indicaciones necesarias para la verificación en laboratorio de las propiedades de los materiales cementosos fibrorreforzados y para la determinación de las magnitudes significativas para el cálculo estructural.

Las Normas Técnicas para la Construcción especifican, en su párrafo 8.6, que está permitido el uso de FRC (Fibre Reinforced Concrete) para el refuerzo de edificios existentes sin necesidad previa de autorizaciones por parte del Consejo Superior de Obras Públicas. En su párrafo 4.6, el NTC precisa, en cambio, que el uso de dichos materiales en edificios nuevos está sujeto a una autorización previa por parte del ministerio competente.



1.3.2

TIPOS DE MATERIALES

Y CAMPOS DE APLICACIÓN

PLANITOP HPC FLOOR SYSTEM

Uno de los principales campos de aplicación de esta tecnología es el de las intervenciones de refuerzo de forjados existentes mediante la realización con **PLANITOP HPC FLOOR** de un forjado colaborante de bajo espesor, aplicable en diferentes tipos de forjados, tales como:

- forjados de madera
- forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón o forjados de hormigón
- forjados de acero.

PLANITOP HPC FLOOR



PLANITOP HPC FLOOR T



PLANITOP HPC FLOOR 46





Refuerzo del trasdós de forjados de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón



Refuerzo del trasdós de forjados de madera



Refuerzo del trasdós de forjados de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón

La técnica más tradicional para el refuerzo de forjados existentes consiste en la realización de un forjado colaborante mediante colada de hormigón (tradicional o aligerado) armado con malla de acero, de al menos 4-5 cm de espesor.

Este sistema de refuerzo, aunque ampliamente extendido, presenta debilidades vinculadas sobre todo con los elevados espesores de aplicación, que incrementan la masa y la rigidez de la estructura y resultan muy invasivos tanto a nivel operativo como arquitectónico, lo que crea muchos problemas en el rediseño de las cotas internas y de los sistemas de instalaciones y de acabado.

Se expone a continuación una comparativa entre la técnica tradicional de refuerzo (forjado colaborante armado con malla de acero) y el uso de **PLANITOP HPC FLOOR** sobre un forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón.



FORJADO COLABORANTE CON HORMIGÓN TRADICIONAL



FORJADO COLABORANTE DE BAJO ESPESOR CON PLANITOP HPC FLOOR

Espesor de aplicación	<p>Al menos 4-5 cm</p>	<p>De 1,5 a 3 cm</p>
Invasividad	<p>Son necesarias conexiones mecánicas (varillas) o químicas (resinas epoxídicas)</p>	<p>Basta con dar una adecuada rugosidad al soporte</p>
Intervenciones de restauración	<p>Elevados espesores no compatibles con las cotas internas existentes (por ejemplo, carpintería)</p>	<p>Espesores reducidos compatibles con las cotas internas existentes, posibilidad de instalar sistemas de calefacción o de aislamiento acústico</p>
Incremento de la rigidez		<p>El módulo de elasticidad superior compensa el espesor de aplicación reducido</p>
Incremento de las masas	<p>Aumento de las fuerzas inerciales (sísmicas) por el incremento del peso propio (debido al elevado espesor), necesidad de reforzar los cimientos</p>	<p>Moderado incremento del peso propio debido al bajo espesor, menor incluso que el de sistemas con hormigones aligerados</p>
Rápida puesta en obra	<p>Realización y limpieza de agujeros, inserción de conectores y su conexión a la armadura de refuerzo</p>	<p>NO conectores (salvo en casos específicos), elevadas resistencias mecánicas transcurridas 24 h, transitable a las pocas horas de su aplicación</p>
Incremento de la resistencia a flexión		
Dimensiones de las viguetas	<p>A menudo, las reducidas dimensiones de las viguetas no permiten la aplicación de los conectores mecánicos y, por lo tanto, es necesario utilizar como anclaje químico una resina epoxídica (tipo EPORIP) para la reanudación de hormigonado</p>	<p>Este sistema no requiere un tamaño mínimo de la vigueta</p>
Hiperestaticidad de la estructura		<p>También es adecuado para estructuras hiperestáticas (vigas sobre varios apoyos o ménsulas) por la resistencia a tracción del material</p>

Suficiente

Moderado

Bueno

Óptimo

Contrariamente a la técnica tradicional, la capa colaborante realizada con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** permite incrementar las prestaciones del forjado con algunas ventajas fundamentales:

- el bajo espesor de aplicación (de 1,5 a 3 cm) permite limitar el incremento de las cargas y mantener las cotas de entrepiso;
- la adherencia del sistema sobre un soporte debidamente rugoso es tal, que permite limitar o evitar la conexión mecánica o química con el soporte;
- no requiere malla de armadura;
- elevada ductilidad y resistencia a sollicitaciones cíclicas.

La ligereza del refuerzo juega un papel fundamental, ya que una reducida carga permanente estructural permite un aumento de las cargas vivas o accidentales y, sobre todo, reduce las masas y las fuerzas sísmicas inducidas en la estructura. En la siguiente tabla se comparan los pesos medios de los distintos tipos de refuerzo.

	<u>ESPESOR</u>	<u>PESO ESPECÍFICO</u>	<u>PESO TOTAL DE LA INTERVENCIÓN</u>	
Hormigón tradicional	5 cm	2400 kg/m ³	125 kg/m ²	-
Hormigón aligerado	5 cm	1400 kg/m ³	75 kg/m ²	- 44 %
PLANITOP HPC FLOOR	2,5 cm	2400 kg/m ³	60 kg/m ²	- 53 %

FORJADO DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETA DE HORMIGÓN



Véase ficha de refuerzo de edificios de hormigón armado N. 8|A

FORJADO DE MADERA



Véase ficha de refuerzo de edificios de albañilería y madera N. 10|A

FORJADO DE ACERO-HORMIGÓN



Véase ficha de refuerzo de edificios de albañilería y madera N. 10|B

PLANITOP HPC SYSTEM

La intervención de refuerzo de pilares mediante encamisado con HPFRCC (*High Performance Fiber Reinforced Cementitious Concrete*) permite aumentar la capacidad portante (acción axial, momento flector y cortante). Mediante el confinamiento del hormigón se incrementa la capacidad en términos de desplazamiento, así como la ductilidad de la sección.

PLANITOP HPC



PLANITOP HPC TIXO



El alto contenido en fibras permite utilizar el producto con una armadura tradicional extremadamente reducida o, incluso, sin armadura, de conformidad con el documento técnico italiano CNR DT 204/2006. El espesor de aplicación de **PLANITOP HPC** varía, de promedio, entre 20 y 40 mm.



Refuerzo de pilares mediante encamisado de bajo espesor



Refuerzo de vigas y pilares mediante encamisado de bajo espesor



Refuerzo de forjados de cubierta inclinados

		Espesor de aplicación	Práctica puesta en obra	Incremento de la rigidez	Incremento de las masas	Rápida puesta en obra
REFUERZO TRADICIONAL CON HORMIGÓN ARMADO		 <p>Al menos 5-10 cm</p>	 <p>Son necesarias conexiones mecánicas (varillas) o químicas (resinas epoxídicas)</p>	 <p>Incremento de la rigidez de la estructura debido al elevado espesor del refuerzo</p>	 <p>Incremento de las masas debido al elevado espesor del refuerzo (es necesario incrementar la capacidad de los cementos)</p>	 <p>Realización y limpieza de los agujeros, inserción de conectores</p>
REFUERZO DE BAJO ESPESOR CON PLANITOP HPC		 <p>Espesor característico de 1,5 a 3 cm</p>	 <p>Basta con dar una adecuada rugosidad al soporte</p>	 <p>Moderado incremento de la rigidez de la estructura debido al reducido espesor del refuerzo</p>	 <p>Moderado incremento de las masas debido al reducido espesor del refuerzo</p>	 <p>Elevadas resistencias mecánicas ya después de 24 horas; posible retirada del encofrado al cabo de 48 horas</p>
ENFAJADO CON SISTEMA FRP		 <p>No reseñable</p>	 <p>Eliminación seleccionada de los elementos no estructurales</p>	 <p>Insignificante incremento de la rigidez debido a un insignificante espesor de refuerzo</p>	 <p>Insignificante incremento de la rigidez debido a un insignificante espesor de refuerzo</p>	 <p>Aplicación inmediata (fresco) sobre fresco de todas las capas del sistema</p>

Incremento de la resistencia a cortante de los pilares o vigas	Incremento de la resistencia a flexión de los pilares	Incremento de la resistencia a compresión de los pilares	Incremento de la resistencia de los nudos viga-pilar	Incremento de la resistencia a flexión de las vigas	Incremento de la ductilidad	Resistencia al fuego
 Significativo por la inclusión de estribos	 Significativo, aunque se requiere un mínimo de armadura horizontal	 Significativo, aunque se requiere un mínimo de armadura adicional	 Gran dificultad e invasividad en la puesta en obra	 Gran dificultad e invasividad en la puesta en obra		 El hormigón tiene una elevada resistencia al fuego
 Significativo por la inclusión de fibras	 Significativo incluso limitando o evitando la incorporación de una armadura tradicional	 Significativo incluso limitando o evitando la incorporación de una armadura tradicional		 Dificultad e invasividad intermedias, significativa rigidización de las vigas, aunque incremento de la resistencia limitado		 La presencia de fibras de acero no modifica la elevada resistencia al fuego del mortero
 (Con enfajado horizontal) significativo, sobre todo en el caso de pilares débilmente armados	 (Con aplicación vertical y horizontal) moderado incremento		 Fácil puesta en obra	 Fácil puesta en obra y baja invasividad, significativo, sobre todo en el caso de vigas débilmente armadas		 Proteger con paneles de silicato de calcio o con morteros ignífugos específicos

 Suficiente

 Moderado

 Bueno

 Óptimo

1.3.3 EXPERIMENTACIÓN



Proyecto DPC-Reluis “RED DE LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SÍSMICA” PE 2014-2018

Pruebas experimentales en nudos viga-pilar de hormigón armado, a escala real, extraídos de edificios dañados como consecuencia de episodios sísmicos

AÑO: 2016

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Prota, G. Manfredi

EXPERIMENTACIÓN: Las actividades de ensayo se centraron en dos nudos viga-pilar extraídos de un edificio existente de hormigón armado construido en los años 60, en L'Aquila, y dañado por efecto del terremoto de 2009. La estructura de armazón se caracterizaba por la deficiente calidad del hormigón y por detalles de armadura típicos de los edificios existentes diseñados antes de los años 70. El refuerzo se realizó mediante la eliminación del hormigón cortical, hasta una profundidad de unos 40 mm, hasta dejar al descubierto los hierros perimetrales de la armadura longitudinal de las vigas y pilares. El recubrimiento de la armadura se realizó posteriormente con **PLANITOP HPC** y **FIBRE HPC**.

RESULTADOS: El mapa de fisuras reveló que el sistema de refuerzo realizado mediante la sustitución del recubrimiento de la armadura con **PLANITOP HPC** es capaz de modificar el comportamiento frente al colapso, pasando de un colapso frágil del núcleo del nudo al desarrollo de la rótula plástica en la interfaz viga-pilar en correspondencia del extremo final del refuerzo. El cambio del modo de colapso: de frágil (rotura del nudo) a dúctil (plastificación de la viga en ambas direcciones), produce un significativo incremento de la energía disipada (+85%).



REFERENCIAS

Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A. 2018. Seismic retrofit of real beam-column joints using Fiber Reinforced Cement (FRC) composites. *ASCE Journal of Structural Engineering* Vol. 144, issue 5, DOI: 10.1061/(ASCE)JST.1943-541X.0001999

Del Vecchio C, Di Ludovico M, Balsamo A, Prota A, Manfredi G, (2017), Innovative solutions for seismic retrofit of existing RC buildings with poor quality concrete. *COST Action TU1207, Next Generation Design Guidelines for Composites in Construction, Proceedings of the End of Action Conference, 3-5 de abril de 2017 Budapest, Hungría, pág. 8*

Informe de ensayo UNINA - Experimental tests on existing RC members strengthened with thin jacketing of high performance fiber reinforced cement composite, shrinkage-free and high ductility, with stiff steel fibers, namely PLANITOP HPC (Mapei S.p.A.)



Proyecto DPC - ReLuis “RED DE LABORATORIOS UNIVERSITARIOS DE INGENIERÍA SÍSMICA” PE 2014-2018

Pruebas experimentales en nudos viga-pilar de hormigón armado, a escala real, extraídos de edificios dañados como consecuencia de episodios sísmicos

AÑO: 2016

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: C. Del Vecchio, M. Di Ludovico, A. Balsamo, A. Prota

EXPERIMENTACIÓN: Las actividades de ensayo se centraron en dos pilares extraídos de un edificio existente de hormigón armado construido en los años 60, en L'Aquila, y dañado por efecto del terremoto de 2009. La estructura de almacén se caracterizaba por la deficiente calidad del hormigón y por detalles de armadura típicos de los edificios existentes diseñados antes de los años 70.

El refuerzo se realizó mediante la eliminación del recubrimiento de la armadura, hasta una profundidad de unos 40 mm, y la posterior reparación con **PLANITOP HPC** y **FIBRAS HPC**.

RESULTADOS: Los resultados experimentales resaltan la eficacia del sistema de refuerzo realizado con **PLANITOP HPC** y **FIBRAS HPC** para retrasar la rotura a compresión del pilar y obtener un aumento de resistencia aproximado del 37%. Además, el cuadro fisurativo final revela que el sistema de refuerzo ha logrado impedir el pandeo de las barras de la armadura longitudinal hacia el exterior.

REFERENCIAS:

Informe de ensayo UNINA - Experimental tests on existing RC members strengthened with thin jacketing of high performance fiber reinforced cement composite, shrinkage-free and high ductility, with stiff steel fibers, namely PLANITOP HPC (Mapei S.p.A.)





Mapei S.p.A.

Ensayos experimentales en forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón, a escala real, con contrapiso en trasdós reforzado mediante forjado colaborante con HPC

AÑO: 2016

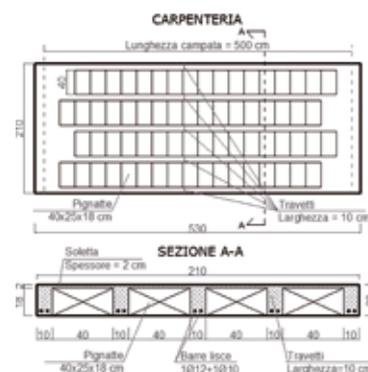
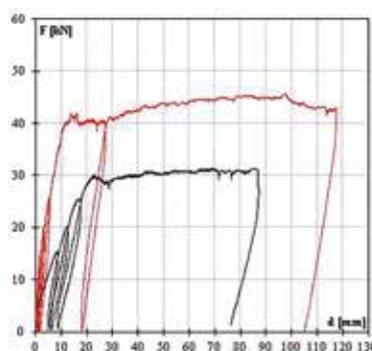
SEDE: Laboratorio La.Sped Tirreno S.r.l - Cava dè Tirreni (SA) - Campaña de ensayos proyectada por el DiSt, el Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura y Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, G. Morandini, I. Iovinella, G. Maddaloni, A. Prota, M. Di Ludovico

EXPERIMENTACIÓN: Se realizaron dos muestras de forjado gemelas adyacentes, de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón, separadas por una junta adecuada, previstas para uso residencial, representativas de un forjado de los años 60 - 70 y dimensionadas según un método de las tensiones admisibles característico en la época de construcción. Los forjados presentaban un solo tramo con 5 m luz entre los apoyos y una altura total de 200 mm (180 de los bloques de ladrillo y 20 mm del contrapiso en trasdós), igual a 1/25 de la luz. Se sometió a ensayo uno de los forjados tras aplicar una capa colaborante en el trasdós del contrapiso de **PLANITOP HPC FLOOR**, de espesor reducido (aprox. 20 mm), sobre un soporte debidamente preparado. El otro forjado se sometió a ensayo "según construcción".

RESULTADOS: De la comparativa entre el forjado no reforzado y el forjado gemelo reforzado con **PLANITOP HPC FLOOR**, se infiere:

- un incremento de la resistencia a flexión del forjado del 50%;
- un incremento de la rigidez inicial del 220% con la consiguiente reducción de la fecha en la fase de servicio;
- un incremento de la ductilidad del 125% con el consiguiente incremento de las deformaciones plásticas.



REFERENCIAS:

Informe de ensayo UNINA – Prova in scala reale su solaio latero-cementizio gettato in opera rinforzato con getto integrativo all'estradosso della caldana realizzato con malta cementizia monocomponente ad elevatissime fluidità e prestazioni meccaniche a ritiro compensato e ad elevata duttilità denominata Planitop HPC Floor (Mapei S.p.A.)

1.4

MAPEWRAP EQ SYSTEM

1.4.1

DEFINICIONES, MATERIALES

Y CAMPOS DE APLICACIÓN

MAPEWRAP EQ SYSTEM constituye un innovador sistema de protección antisísmica en materia de confinamiento de elementos no estructurales. El sistema se presenta en forma de “papel tapiz sísmico”, un “papel de pared” que permite aumentar el tiempo de evacuación de los edificios en caso de seísmo.

Uno de los principales problemas que se plantean en los edificios durante un terremoto es la dificultad para evacuar las instalaciones debido al daño o colapso de los elementos secundarios (tabiques, cerramientos o falsos techos).

La aplicación de **MAPEWRAP EQ SYSTEM** mejora la distribución de las tensiones inducidas por las sollicitaciones dinámicas de las estructuras y reduce la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales, lo que confiere a los elementos una ductilidad elevada.

Este sistema también permite mejorar las prestaciones de los forjados de bovedilla cerámicas y viguetas de hormigón, reduciendo el riesgo de colapso. De este modo, el aumento de tiempo útil que se logra puede resultar vital para permitir que todas las personas presentes en el edificio sean evacuadas ilesas.

El sistema se adhiere perfectamente incluso a los soportes enlucidos, siempre que estén sólidos y compactos. **MAPEWRAP EQ SYSTEM** puede aplicarse tanto en el interior como en el exterior del edificio.



El terremoto en L'Aquila en 2009 resaltó la importancia del riesgo de desplome de los elementos no estructurales, tales como cerramientos y tabiques, debido a las tensiones inducidas por la acción sísmica. En este caso, aunque ya conocido, desafortunadamente se reveló la necesidad de mayor atención, y no es casual que las fotografías del terremoto de L'Aquila resultaran muy familiares para los operarios.

Desde 2009, se han desarrollado y anunciado diversos sistemas antivuelco, muy a menudo basados en las propuestas de las Directrices para la Protección Civil publicadas justo después del terremoto de L'Aquila.

Como ocurre en el vuelco simple de las fachadas de los edificios de albañilería, el vuelco de los tabiques de ladrillo tiene lugar alrededor de una rótula cilíndrica situada en su base. Para que ésta sea estable, incluso si se ve sometida a una sollicitación sísmica, es necesario verificar el equilibrio en la rotación alrededor de la rótula, considerando el efecto de la fuerza sísmica y de la fuerza ejercida por el sistema antivuelco. El desprendimiento puede ocurrir en correspondencia tanto del elemento estructural como del no estructural, de ahí la necesidad de verificar cuál de los dos valores de la fuerza de adherencia al soporte es menor y, por tanto, a tener en cuenta.

MAPEWRAP EQ SYSTEM mejora la distribución de las tensiones inducidas por las sollicitaciones dinámicas y reduce la vulnerabilidad sísmica de los elementos no estructurales, lo que confiere una ductilidad elevada.

MAPEWRAP EQ NET

MAPEWRAP EQ ADHESIVE

	
<p>Naturaleza química</p>	<p>Tejido bidireccional de fibra de vidrio, con apresto, para la protección antisísmica de los elementos no estructurales de los edificios.</p> <p>Adhesivo monocomponente, al agua, listo para su uso, a base de dispersión poliuretánica con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles (COV), para la impregnación del tejido bidireccional, con apresto, de fibra de vidrio MAPEWRAP EQ NET.</p>

1.4.2 EXPERIMENTACIÓN



Proyecto ReLUIS/DPC RS8 “capacidad sísmica de los elementos no estructurales”

Ensayos experimentales en tabiques de ladrillo, a escala real, expuestos a vuelco

AÑO: 2016

SEDE: DiSt, Departamento de Estructuras para la Ingeniería y la Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: G. Magliulo, F. Celano, A. Balsamo, A. Prota, G. Morandini, I. Iovinella

EXPERIMENTACIÓN: La configuración de ensayo consiste en:

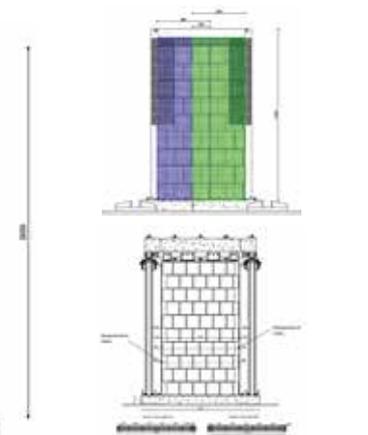
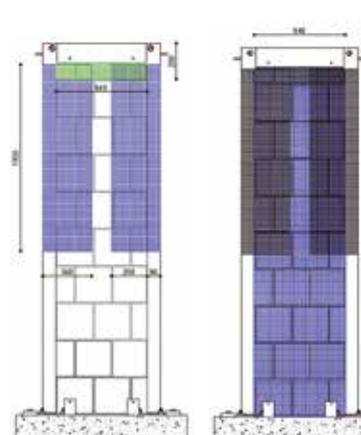
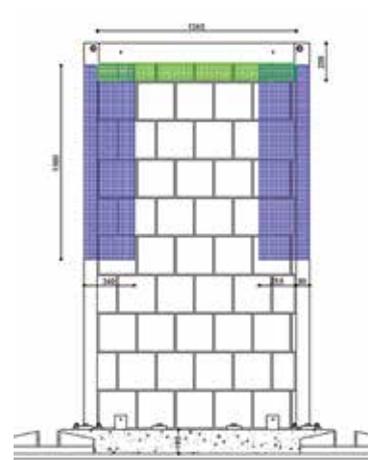
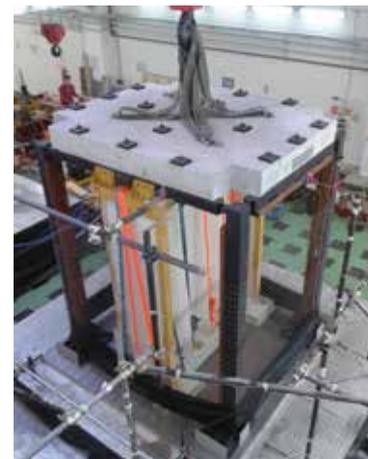
- armazón de acero tridimensional para la transferencia de la entrada sísmica a la probeta;
- probeta consistente en tabiques de ladrillos huecos provistos del sistema de refuerzo **MAPEWRAP EQ SYSTEM**;
- mesa vibratoria para la ejecución de diez ensayos dinámicos.

RESULTADOS: No se produjo ningún vuelco de los muros al término de los ensayos de la campaña experimental, lo que vino a demostrar la eficacia del sistema.

REFERENCIAS:

G. Magliulo, F. Celano, A. Balsamo, A. Prota 2016. *Shaking table tests on infill retrofitted with foam and net.* Available at <http://www.reluis.it>.

Informe de ensayo UNINA – Prova in scala reale su solaio laterocementizio con rinforzo per anti-sfondellamento MAPEWRAP EQ SYSTEM (Mapei S.p.A.)





Mapei S.p.A.

Ensayos experimentales en forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón, a escala real, expuesto a desplome

AÑO: 2016

SEDE: Laboratorio La.Sp.ed Tirreno S.r.l - Cava dè Tirreni (SA) - Campaña de ensayos diseñada por el DiSt, el Departamento de Estructuras para Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Maddaloni, I. Iovinella, A. Prota, G. Morandini

EXPERIMENTACIÓN: Se realizó una serie de pruebas de carga en un forjado de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón para uso residencial, representativo de un forjado existente de los años 60 y 70, dimensionado según el método de las tensiones admisibles, simulando un fenómeno de desplome con el fin de averiguar su efectividad.

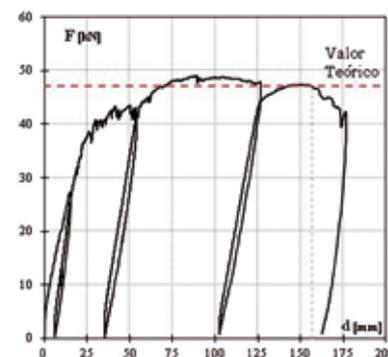
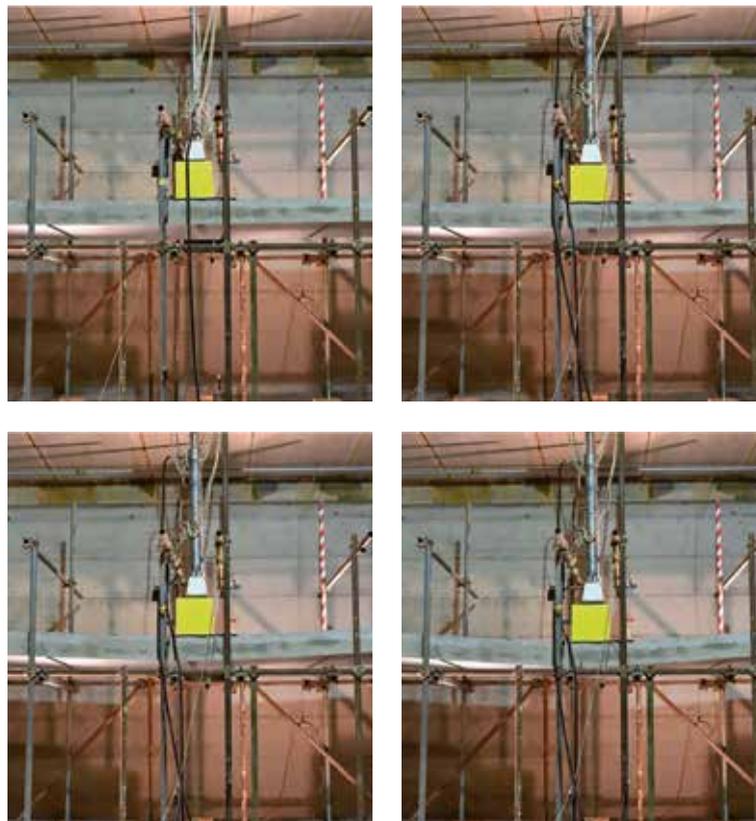
RESULTADOS: El uso de **MAPEWRAP EQ SYSTEM** como sistema de refuerzo para evitar el desplome del forjado demostró su efectividad al evitar la caída de bloques de ladrillos dañados y desprendidos como resultado del estado de deformación del forjado.

REFERENCIAS:

A. Balsamo, M. Di Ludovico, G. Maddaloni, G. Morandini A. (2016). "A new FRP based technique to restore damaged cast in place rc floors: experimental validation", CICE - 8th International Conference on Fiber Reinforced Polymers (FRP) Composites in Civil Engineering, Hong Kong, Cina, Dicembre 2016

Balsamo A., Di Ludovico M., Maddaloni G., Iovinella I., Prota A. (2016). "Un innovativo sistema anti-sfondellamento per solai in c.a. gettati in opera: validazione sperimentale e caso studio applicativo", Rivista InConcreto n.142

Informe de ensayo UNINA - Prova in scala reale su solaio laterocementizio con rinforzo per anti-sfondellamento MAPEWRAP EQ SYSTEM (Mapei S.p.A.)



1.5

SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

1.5.1

BARRAS HELICOIDALES

DE ACERO INOXIDABLE

MAPEI STEEL BAR y MAPEI STEEL DRY son barras helicoidales de acero inoxidable disponibles en los tipos AISI 304 y AISI 316, caracterizadas por una elevadísima resistencia mecánica y estabilidad química.

La particular geometría de la barra una elevada adherencia mecánica. permite realizar anclajes que garantizan

MAPEI STEEL BAR

MAPEI STEEL DRY

		
Materiales	Acero INOX AISI 304 o AISI 316	
Diámetros	6 mm	6, 8, 10, 12 mm
Larguras disponibles	10 m	25, 40, 60, 80, 100 cm
Campos de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Rejuntado armado en muros de albañilería de obra vista. • Intervenciones de conexión de muros de albañilería no trabados entre sí. • Reparación de lesiones locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervenciones de conexión de forjados de madera a los muros de albañilería. • Reparación de lesiones en la albañilería. • Sistema de conexión entre forjado de madera y forjado de chapa colaborante de bajo espesor realizado con PLANITOP HPC FLOOR T. • Cosido de encuentros de muros de esquina y en T. • Conexión de muros de cerramiento de doble pared (cavity-wall).

1.5.2

RESINAS DE

ANCLAJE

La gama MAPEFIX ofrece soluciones específicas para diferentes necesidades de fijación, desde cargas ligeras hasta las necesidades estructurales más exigentes.

La fiabilidad de los productos de la gama **MAPEFIX** se confirma por el cumplimiento de los Eurocódigos así como por las indicaciones de los Informes técnicos elaborados por la EOTA (Organización Europea de Aprobación Técnica), que establecen las directrices más estrictas en materia de fijaciones

(ETAG 001, TR029, TR023 y ETAG 029).

Mapei ofrece, asimismo, un software técnico gratuito, **MAPEFIX SOFTWARE DESIGN**, desarrollado de acuerdo con la normativa europea vigente, para proyectar las dimensiones correctas de una fijación usando las resinas **MAPEFIX**.



Los técnicos y proyectistas pueden disponer del software libre MAPEFIX SOFTWARE DESIGN para el dimensionamiento de la fijación con MAPEFIX.

MAPEFIX PE WALL

MAPEFIX VE SF

MAPEFIX EP470 SEISMIC

			
Base química	Poliéster sin estireno	Viniléster sin estireno	Epoxídica pura
Tiempo de inicio de fraguado (+20 °C)	6'	6'	50'
Tiempo de endurecimiento final (+20 °C)	45'	45'	16 h
Albañilería (ETAg 029)	(M8-M12)		
Hormigón (ETA opción 1 y 7)		(M12-M30/ ϕ 12- ϕ 32)	(M12-M24)
Certificación sísmica (C1 o C2)		(M12-M30/ ϕ 12- ϕ 32)	(M16-M24)
Fijación de barras de adherencia mejorada para reanudaciones de hormigonado (ETA Rebar)		(ϕ 8- ϕ 25)	(ϕ 8- ϕ 32)
Resistencia al fuego		(120')	

1.5.3

SISTEMAS DE

INYECCIÓN EN MUROS DE ALBAÑILERÍA

En general, las inyecciones de lechada se utilizan para homogeneizar el comportamiento de la albañilería, saturando las cavidades y reintegrando el material suelto.

La inyección de lechada está indicada para la reintegración de pequeños áridos, como en el relleno de mamposterías. Para evitar la formación de zonas contiguas con diferente rigidez y capacidad de resistencia, la intervención debe abarcar todo el muro.

Además, la inyección de lechada permite reintegrar el mortero de albañilería original, degradado y pulverulento, de los muros, lo que permite regularizar las superficies de contacto entre los diversos bloques.

Tanto si la albañilería está dañada o íntegra, como si la calidad de la albañilería es insuficiente debido a la falta de las adecuadas conexiones entre los paramentos, la inyección de lechada debe ir acompañada de intervenciones de conexión tales como, por ejemplo, la ejecución de cosidos.

La inyección de lechada es muy útil en áreas afectadas por la aplicación de cargas concentradas y por posibles punzonamientos localizados, como en la correspondencia de apoyos de vigas o placas de anclaje.



La inyección de lechada es muy útil en áreas afectadas por la aplicación de cargas concentradas y por posibles punzonamientos localizados

Los productos Mapei formulados específicamente para la realización de inyecciones son los siguientes:

	MAPE-ANTIQUÉ I	MAPE-ANTIQUÉ I-15	MAPE-ANTIQUÉ F2I	MAPEWALL INIETTA&CONSOLIDA
				
Material	Morteros fluidos a base de cal hidráulica natural y Eco-Puzolana (sin cemento)			Mortero a base de cal
Resistencia a compresión	18 [MPa]	15 [MPa]	10 [MPa]	15 [MPa]

La mezcla de inyección debe tener un bajo contenido de sales solubles en agua y ser física y químicamente compatible con los componentes utilizados en la albañilería histórica, con características mecánicas similares.

La mezcla de inyección, así formulada, presenta las siguientes ventajas:

- elevada fluidez con una baja relación agua/aglomerante;
- características mecánicas comparables a las de la estructura mural, permitiendo un comportamiento estructural homogéneo e isotrópico de la albañilería restaurada;
- bajo contenido de sales hidrosolubles;
- alta transpirabilidad;
- elevado poder de penetración con la consiguiente saturación de las pequeñas fisuras y cavidades;
- ausencia de segregación en la mezcla durante la inyección;
- compatibilidad química con los materiales utilizados en los edificios históricos;
- reducida retracción hidráulica.

CARBOTUBE SYSTEM es un sistema de barra hueca de adherencia mejorada, de fibras de carbono, preformadas con resina epoxídica, con elevada resistencia a tracción, para el refuerzo estructural de elementos de hormigón, albañilería y madera, utilizadas incluso en combinación con las inyecciones de lechadas fluidas para la ejecución de cosidos armados en la albañilería.

CARBOTUBE | Barra hueca de fibra de carbono

	
Módulo elástico a tracción	170 GPa
Diámetros	ext. 10 mm; int. 8 mm

1.5.4

MAPEWRAP

FIOCCO

Cuerdas de fibras unidireccionales

Los productos denominados **MAPEWRAP FIOCCO** son cuerdas de fibras unidireccionales de carbono, vidrio, basalto o acero, de alta resistencia, para impregnar con una resina epoxídica bicomponente y superfluida (tipo **MAPEWRAP 21** o **MAPEWRAP 31**).

	MAPEWRAP C FIOCCO	MAPEWRAP B FIOCCO	MAPEWRAP G FIOCCO	MAPEWRAP SG FIOCCO
				
Material	Carbono	Basalto	Vidrio	Acero
Diámetros	6, 8, 10, 12 [mm]	3, 10, 12 [mm]	6, 8, 10, 12 [mm]	5, 10 [mm]
Resistencia a tracción	4830 [MPa]	3101 [MPa]	2560 [MPa]	2086 [MPa]
Campos de aplicación	 <p>Sistema de conexión que puede ser utilizado en combinación con MAPEWRAP SYSTEM, CARBOPLATE SYSTEM y FRCM System</p>			

1.5.5

MAPEWRAP CONNECTOR

Los MAPEWRAP CONNECTOR son conectores preformados compuestos por un vástago rígido y un extremo libre no impregnado para “deshilachar” en el exterior.

MAPEWRAP FIOCCO y MAPEWRAP CONNECTOR pueden utilizarse en combinación con los tejidos de la gama MAPEWRAP, con las láminas CARBOPLATE y con los sistemas de refuerzo realizados con las mallas de la gama MAPEGRID, con el fin de mejorar su anclaje, especialmente en las intervenciones de refuerzo a flexión y a cortante.

A diferencia de MAPEWRAP FIOCCO,

el vástago rígido de los MAPEWRAP CONNECTOR ya está preformado y no requiere ser impregnado el día anterior. Este tipo de conector es, por tanto, más fácil y rápido de aplicar que MAPEWRAP FIOCCO pero presenta, en cambio, longitudes fijas y no modificables.

MAPEWRAP FIOCCO pueden ajustarse en obra a la longitud deseada, tanto la parte rígida como las cuerdas.

MAPEWRAP C CONNECTOR

MAPEWRAP G CONNECTOR

		
Material	Carbono	Vidrio
Diámetros	6, 8, 10 [mm]	10 [mm]

1.5.6 EXPERIMENTACIÓN



Proyecto PROVACI (Tecnologías para la PROtección antisísmica y la VALorización de Complejos de Interés cultural) DISTRETTO STRESS Campaña experimental en esquina de muro a escala real

AÑO: 2015

SEDE: Departamento de Estructuras para la Ingeniería y Arquitectura DiSt, Universidad Federico II de Nápoles

RESPONSABLES CIENTÍFICOS: A. Balsamo, M. Di Ludovico, A. Prota, G. Maddaloni, N. Iuliano

EXPERIMENTACIÓN: Los ensayos se realizaron en un elemento a escala real representativo de un muro en T en la planta baja de un edificio de dos pisos de albañilería de toba, construido con escasa trabazón entre los muros ortogonales entre sí. La muestra, después del daño, representativa de un mecanismo de vuelco simple fuera del plano con la formación de una cuña de arrastre en la pared maestra, fue reparada y consolidada mediante la ejecución de técnicas tradicionales (inyecciones de las lesiones con mortero a base de cal y Eco-Puzolana, exento de cemento, muy fluido **MAPE-ANTIQUÉ F21**) y posterior refuerzo con la técnica de cosidos armados, sustituyendo las “clásicas” barras metálicas por un sistema innovador consistente en barras pultrusas huecas de carbono (**CARBOTUBE**) equipadas con prótesis adicionales realizadas con fibras de acero inoxidable, obtenidos del tejido unidireccional (**MAPEWRAP S FABRIC**), dispuestas de forma longitudinal y en espiral, para mejorar su resistencia al corte y el relleno con el mortero de inyección, compuesto este último por una lechada superfluida a base de aglomerantes hidráulicos naturales y arenas ultrafinas (**MAPE-ANTIQUÉ I**).

RESULTADOS: La innovadora técnica de refuerzo permitió un aumento significativo de la resistencia al restablecer la conexión entre los dos muros ortogonales.



Esto permitió que el muro reforzado disipara mayor energía que la muestra no reforzada, sin modificar sustancialmente su rigidez inicial, evitando así el mecanismo de vuelco que se observa en la muestra no reforzada.

REFERENCIAS:

Maddaloni G., Di Ludovico M., Balsamo A., Prota A. (2016), “Out-of-plane experimental behaviour of t-shaped full scale masonry wall strengthened with composite connections”, *Composites Part B* 93 (2016) 328 y 343

Balsamo A., Di Ludovico M., Morandini G., Maddaloni G., (2016) “Comportamento sperimentale fuori piano di un martello murario in scala reale rinforzato con sistema in composito”, *REHABEND 2016 Euro-American Congress on Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management, Burgos, España, Mayo de 2016*

Maddaloni G., Balsamo A., Di Ludovico M., Prota A., (2016). “Out of plane experimental behavior of T-shaped full scale masonry orthogonal walls strengthened with innovative composite systems”, *4th International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Las Vegas, Nevada, EEUU, Agosto de 2016*

Balsamo A., Di Ludovico M., Iuliano N., Maddaloni G., Prota A., (2015) “Analisi sperimentale sul comportamento fuori piano di Martelli murari in scala reale”, *XVI Convención Anidis 2015, L'Aquila, Italia, Septiembre de 2015*



REFUERZO ESTRUCTURAL



2

APLICACIONES PRÁCTICAS

Fichas de refuerzo



2.1

REFUERZO DE EDIFICIOS DE HORMIGÓN ARMADO



Como consecuencia de los numerosos eventos sísmicos que han padecido Italia y muchos otros países en el mundo durante las últimas décadas, se ha podido observar en las estructuras de hormigón armado la recurrencia de algunos mecanismos de colapso o daño “típicos”, cuyo detonante podría reducirse o eliminarse mediante la utilización de diversas técnicas de refuerzo.

En función del resultado deseado, pueden diseñarse diferentes intervenciones de refuerzo:

A. Incremento de la resistencia y/o de la rigidez mediante la inserción de un armazón externo, de sistemas de arriostamiento o de secciones de hormigón armado;

B. Incremento de la resistencia y/o de la rigidez mediante refuerzo de los pi-

lars mediante el aumento de sección con hormigón armado o mediante encamisado metálico;

C. Incremento de la capacidad de deformación y de la ductilidad de la estructura mediante **enfajado con FRP** o **encamisado con hormigones fibroreforzados de altas prestaciones**.

Las intervenciones del punto C resultan ventajosas, ya que permiten mejorar la

COLAPSO TÍPICO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO



Colapso por planta débil



Crisis del nudo viga-pilar



Crisis de pilar corto



Defectos de construcción



Defectos en las juntas de hormigonado



Inestabilidad de las barras de la armadura



Rotura a flexocompresión



Rotura a cortante de pilar



Desplome de forjado



Viga impactada

capacidad de deformación global de la estructura interviniendo de forma localizada, confiriendo una **mayor ductilidad** a los elementos individuales o bien corrigiendo la **jerarquía de las resistencias**, un tipo de intervención habitual, especialmente en estructuras diseñadas únicamente para cargas verticales.

Los **sistemas FRP** y **HPC** descritos a

continuación, permiten alcanzar estos objetivos con ventajas considerables respecto a las técnicas tradicionales en términos de costes y de tiempos de ejecución, así como de facilidad de puesta en obra, de reducción de espacios interiores útiles, de durabilidad y, sobre todo, de **reducida influencia en el aumento de las masas y las rigideces globales originales**.

REFUERZO DE EDIFICIOS

DE HORMIGÓN ARMADO

1. PREPARACIÓN DEL SOPORTE Y REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

- 1.a  Preparación del soporte
 - 1.b  Reparación de viguetas y losas macizas
 - 1.c  Reparación de vigas, pilares y nudos viga-pilar
-

2. REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS

- 2.a  Aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
 - 2.b  Aplacado con FRP: láminas **CARBOPLATE SYSTEM**
-

3. REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS

- 3.a  Aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
 - 3.b  Aplacado con FRP: láminas **CARBOPLATE SYSTEM**
 - 3.c  Encamisado mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

4. REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS

- 4.a  Aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**

5. REFUERZO DE PILARES

- 5.a  Enfajado de los pilares para incrementar el confinamiento y la resistencia a cortante mediante FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
- 5.b  Refuerzo a flexocompresión mediante aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
- 5.c  Encamisado mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

6. REFUERZO DE LOS NUDOS VIGA-PILAR DE ESQUINA

- 6.a  Aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
- 6.b  Encamisado mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

7. REFUERZO DE LOS NUDOS VIGA-PILAR PERIMETRALES

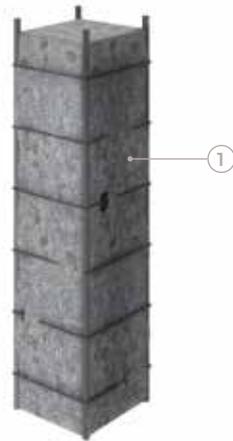
- 7.a  Aplacado con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
- 7.b  Encamisado mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC**
-

8. REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

- 8.a  Refuerzo de forjados planos con capa colaborante de bajo espesor mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**
- 8.b  Refuerzo de forjados inclinados con capa colaborante de bajo espesor mediante HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC TIXO**

PREPARACIÓN DEL SOPORTE Y REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

PREPARACIÓN DEL SOPORTE



PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



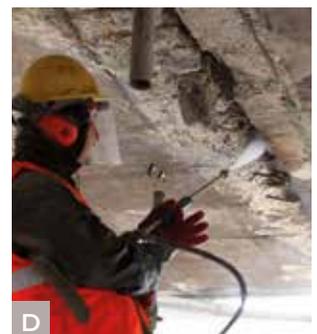
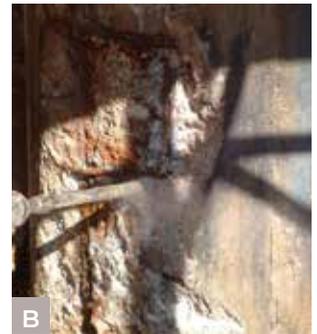
Antes de proceder a las operaciones de refuerzo de una estructura de hormigón armado es indispensable eliminar las capas de acabado presentes (por ejemplo, pinturas o revoques) y verificar el estado de la superficie del elemento estructural subyacente.

En el caso de que la sección de hormigón armado fuera sólida y compacta, tuviera unas prestaciones mecánicas adecuadas, libre de fisuración y de sustancias (tales como desencofrantes, aceites, grasas, pinturas, óxido, etc.) que pudieran alterar la adherencia de las capas de refuerzo sucesivas, bastará con limpiar y eliminar el polvo de la superficie de hormigón.

Si la sección de hormigón armado estuviese dañada y/o las barras de la armadura oxidadas, será preciso llevar a cabo una adecuada **preparación del soporte**. Esta operación, esencial para obtener un resultado eficaz y duradero, se divide en las siguientes fases:

- Eliminación de las áreas de hormigón fisuradas, en fase de desprendimiento o no cohesionadas hasta lograr un soporte sólido, compacto y con las adecuadas prestaciones mecánicas (fotos A y B). Al final de esta operación, el hormigón deberá presentar una rugosidad adecuada, de al menos 5 mm.
- Deberá eliminarse el óxido superficial de todos los hierros de la armadura eventualmente expuestos durante la operación de demolición (fotos C y D).
- Limpiar a fondo las superficies afectadas por la reparación con el fin de eliminar sustancias extrañas, aceites, grasas, pinturas, óxido y el polvo presente en todas las superficies (foto E).

Para la realización de todas las fases previas de preparación existen diferentes métodos, tanto mecánicos como manuales, a elegir según las condiciones de la obra. A continuación, detallamos algunos de los procedimientos más comunes para la realización de dichos preparativos.



Lijado / desbastado

Abrasión de la superficie cementosa mediante tela esmerilada, utilizada manualmente o con la máquina lijadora adecuada, para dar rugosidad al soporte y eliminar los depósitos superficiales. Los residuos deberán eliminarse mediante aspiración o, eventualmente, mediante lavado sólo cuando la siguiente capa de revestimiento lo permita.

Cepillado de las superficies de acero

Limpieza de las superficies de acero tales como garras, tirantes y armaduras, mediante cepillado mecánico o manual, antes de la reconstrucción del recubrimiento de la armadura.

Cepillado superficial del hormigón

Limpieza de la superficie del hormigón con el fin de eliminar la lechada de cemento o las partes sueltas.

Hidrolavado

Hidrolimpieza del soporte cementoso con agua a presión hasta eliminar las partes sueltas o en fase de desprendimiento, así como cualquier otro contaminante extraño, orgánico o inorgánico (sales solubles).

Hidroescarificación

Tratamiento del hormigón mediante chorro de agua a altísima presión, superior a 800 atm, proyectado con una maquinaria

adecuada, para eliminar las partes sueltas, los contaminantes de todo tipo, los rastros de óxido de las barras de la armadura y hacer que la superficie sea lo suficientemente rugosa para la posterior aplicación del mortero de reparación.

Hidroarenado

Tratamiento del soporte cementoso con áridos silíceos y agua a presión con el fin de eliminar los elementos contaminantes extraños solubles en agua y las partes sueltas, hasta obtener una superficie saneada y compacta.

Chorro de arena

Tratamiento con áridos silíceos, con la maquinaria adecuada, de las superficies cementosas y de los eventuales hierros de la armadura, con el fin de eliminar el óxido y las partes sueltas.

Abujardado

Repicado de las superficies de hormigón al objeto de dar una elevada rugosidad al soporte para garantizar la adherencia de los morteros de reparación, revoques, etc.

Eliminación del polvo

Eliminación del polvo y de las partes sueltas de las superficies, sujetas a intervenciones de restauración (enlucido y pintado), utilizando para ello un aspirador de tipo industrial o, simplemente, aire comprimido.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE Y REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

REPARACIÓN DE VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS



- 1 | VIGUETA EXISTENTE
2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



Una vez preparado el soporte (FICHA 1.A), se procederá tal y como se indica a continuación:

→ Sellado de fisuras

Antes de proseguir con las demás operaciones, las eventuales fisuras presentes deberán ser tratadas, agrandándolas (por ejemplo, con ayuda de una amoladora) y, una vez eliminados los restos de polvo, sellándolas mediante vertido o inyección de **EPOJET** (resina epoxídica bicomponente y superfluida para la realización de inyecciones y anclajes), con sucesivo espolvoreado de cuarzo a saturación (realizado fresco sobre fresco), a fin de obtener una buena superficie de agarre para los productos que se apliquen posteriormente.

→ Protección de los hierros de la armadura

Una vez eliminado el óxido, deberán tratarse los hierros de la armadura mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** (foto A). Ambos productos, a base de aglomerantes cementosos, polímeros en polvo e inhibidores de corrosión, tienen la función específica de impedir la formación de óxido.

→ Reparación de la sección de hormigón armado

Mediante hidrolavado, dejar la superficie a reparar (vigas, pilares y nudos viga-pilar) limpia y saturada con agua aunque superficialmente seca.

Para la reparación del recubrimiento de las armaduras podrá utilizarse cualquiera de los productos indicados:

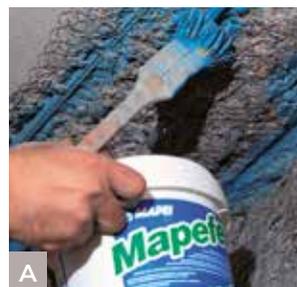
MAPEGROUT T60, mortero tixotrópico monocomponente, de retracción compensada y fraguado normal, de clase R4, para espesores de entre 1 y 4 cm por capa;

MAPEGROUT TISSOTROPICO, mortero tixotrópico monocomponente, de retracción compensada y fraguado normal, de clase R4, para espesores de entre 1 y 3,5 cm por capa;

MAPEGROUT BM, mortero tixotrópico bicomponente, de retracción compensada y fraguado normal, de clase R4 y bajo módulo elástico (22 GPa), para espesores de entre 1 y 3,5 cm por capa (fotos E, F y G);

PLANITOP RASA & RIPARA R4, mortero tixotrópico monocomponente, de retracción compensada y fraguado rápido, de clase R4, para espesores de entre 0,3 y 4 cm por capa (fotos B, C y D);

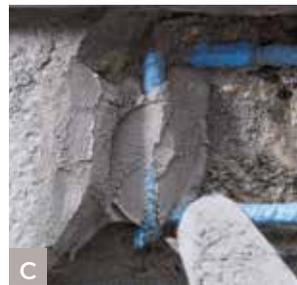
MAPEGROUT COLABILE, mortero fluido monocomponente, de retracción compensada y fraguado normal, de clase R4, para espesores de entre 1 y 4 cm por capa.



A



B



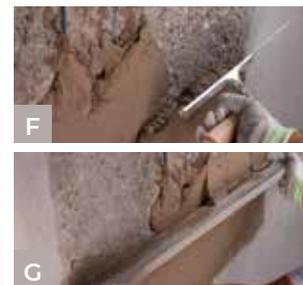
C



D



E



F

G



NOTAS

1. Durante la preparación de los morteros deberá añadirse **MAPECURE SRA**, aditivo especial reductor de retracción, en una proporción aproximada del 0,25% sobre el peso del mortero.
2. La aplicación podrá realizarse con llana, paleta o mediante proyección dentro de los límites de temperatura indicados en la ficha técnica. Cuando el espesor a reparar sea mayor al indicado, la operación deberá realizarse en varias capas.
3. Antes de aplicar los sistemas de refuerzo, se deberá esperar a que el mortero haya completado el curado.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE Y REPARACIÓN DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO

REPARACIÓN DE VIGAS, PILARES Y NUDOS VIGA-PILAR



- ← 1 | PILAR EXISTENTE
2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Una vez preparado el soporte (FICHA 1.A), se procederá tal y como se indica a continuación:

1. Sellado de fisuras:

Antes de proseguir con las demás operaciones, las eventuales fisuras presentes deberán ser tratadas, agrandándolas (por ejemplo, con ayuda de una amoladora) y, una vez eliminados los restos de polvo, rellenándolas mediante vertido o inyección de **EPOJET** (resina epoxídica bicomponente y superfluida para la realización de inyecciones y anclajes) con sucesivo espolvoreado de cuarzo a saturación (realizado fresco sobre fresco), a fin de obtener una buena superficie de agarre para los productos que se apliquen posteriormente.

2. Protección de los hierros de la armadura

Una vez eliminado el óxido, deberán tratarse los hierros de la armadura mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** (fotos A y B). Ambos productos, a base de aglomerantes cementosos, polímeros en polvo e inhibidores de corrosión, tienen la función específica de impedir la formación de óxido.

3. Reparación de la sección de hormigón armado

Mediante hidrolavado, dejar la superficie a reparar limpia y saturada con agua aunque superficialmente seca.

Para la reparación del recubrimiento de las armaduras podrá utilizarse cualquiera de los productos (fotos C, D y E) indicados:

→ **MAPEGROUT BM**, mortero tixotrópico bicomponente, de retracción compensada y fraguado normal, de clase R4 y bajo módulo elástico (22 GPa), para espesores de entre 1 y 3,5 cm por capa;

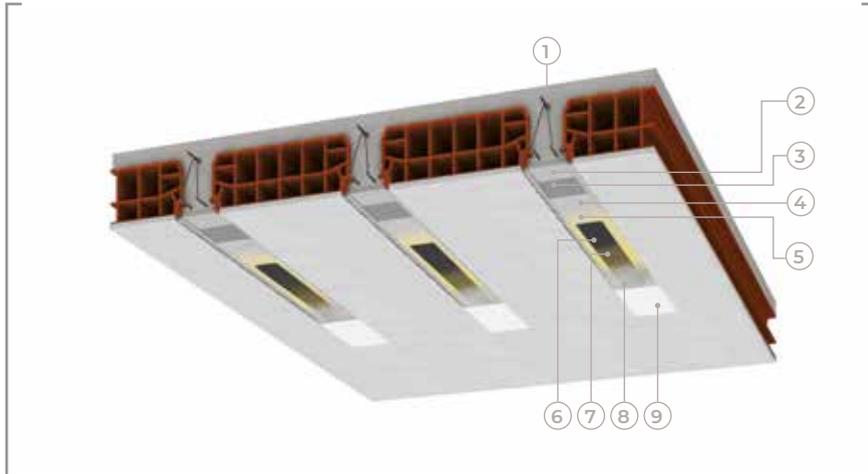
→ **PLANITOP RASA & RIPARA R4**, mortero tixotrópico monocomponente, de retracción compensada y fraguado rápido, de clase R4, para espesores de entre 0,3 y 4 cm por capa.



↓ NOTAS

1. Durante la preparación de los morteros deberá añadirse **MAPECURE SRA**, aditivo especial reductor de retracción, en una proporción aproximada del 0,25% sobre el peso del mortero.
2. La aplicación podrá realizarse con llana, paleta o mediante proyección dentro de los límites de temperatura indicados en la ficha técnica. Cuando el espesor a reparar sea mayor al indicado, la operación deberá realizarse en varias capas.
3. Antes de aplicar los sistemas de refuerzo, se deberá esperar a que el mortero haya completado el curado.

REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS APLACADO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- ←
- 1 | VIGUETA EXISTENTE
 - 2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN
 - 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 4 | MAPEWRAP 11/12
 - 5 | MAPEWRAP 31
 - 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
 - 7 | MAPEWRAP 31
 - 8 | QUARZO 1,2
 - 9 | PLANITOP 200

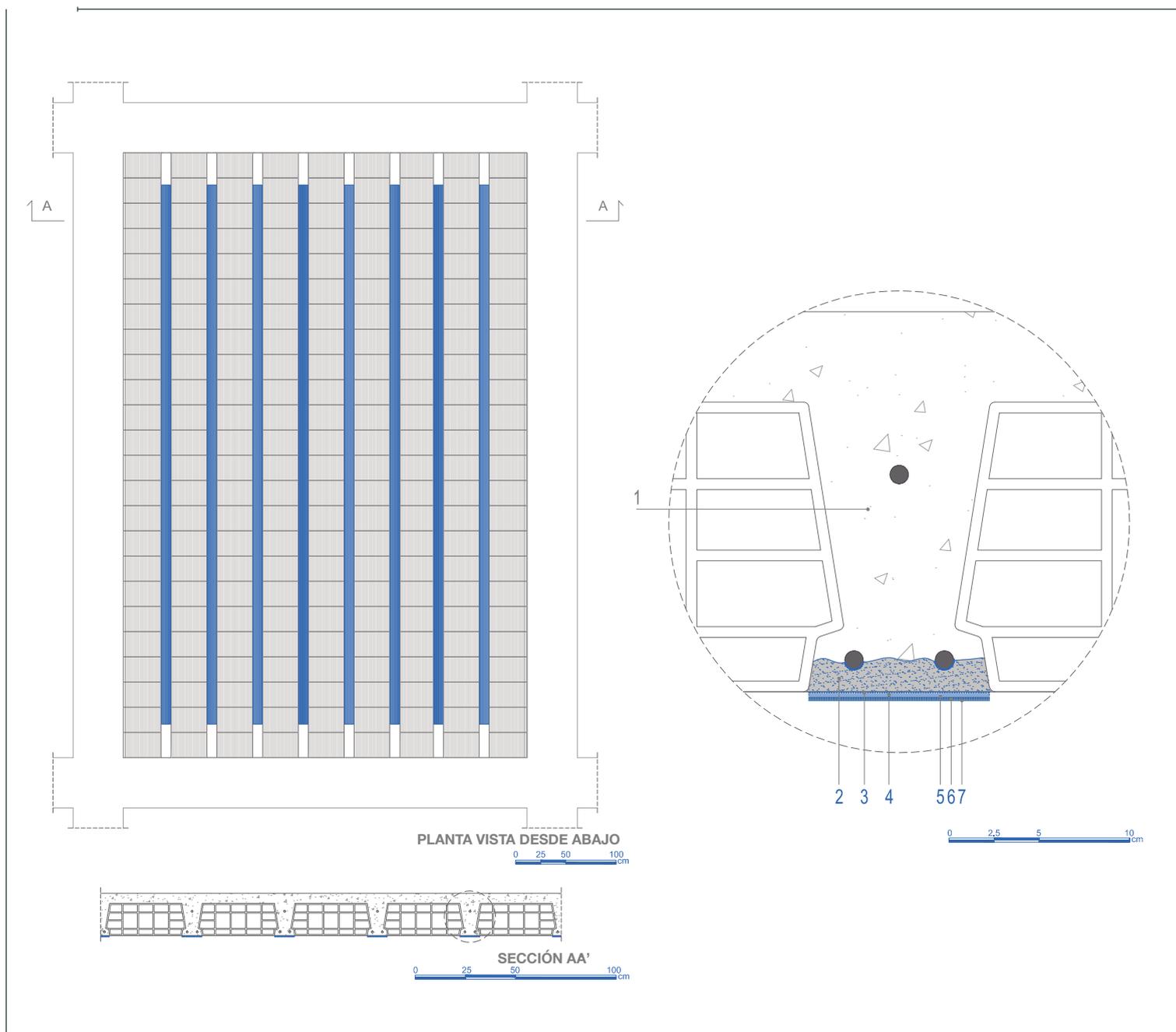
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo a flexión de un forjado se realiza mediante la colocación en el intradós de las viguetas de los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la **preparación del soporte** (FICHA 1.A), así como las eventuales **operaciones de reparación** (FICHA 1.B), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
 - Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).
 - Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada;
 - Aplicar **MAPEWRAP C UNI-AX** y presionarlo con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire (foto D).
 - Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto E).
 - Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto F).
 - Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.
- (*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.





NOTAS

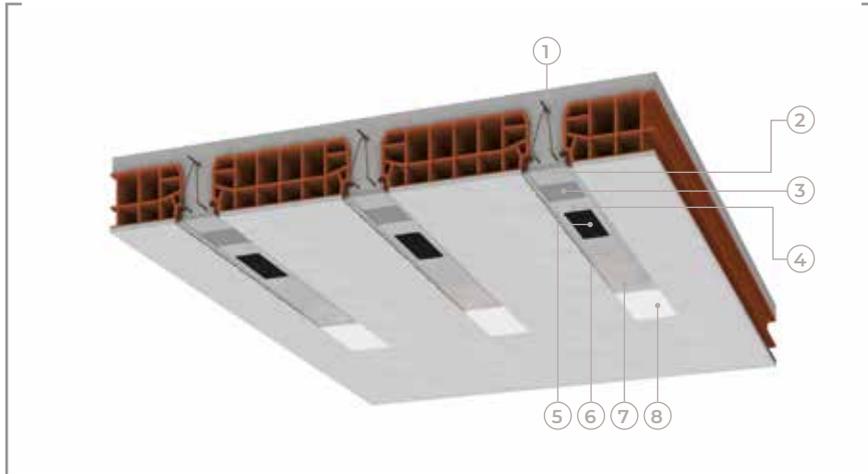
1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, en conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres), es necesario que éstas se coloquen directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.
4. En España, los sistemas de refuerzo **FRP** de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGUETAS Y LOSAS MACIZAS APLACADO CON SISTEMA FRP: LÁMINAS CARBOPLATE SYSTEM



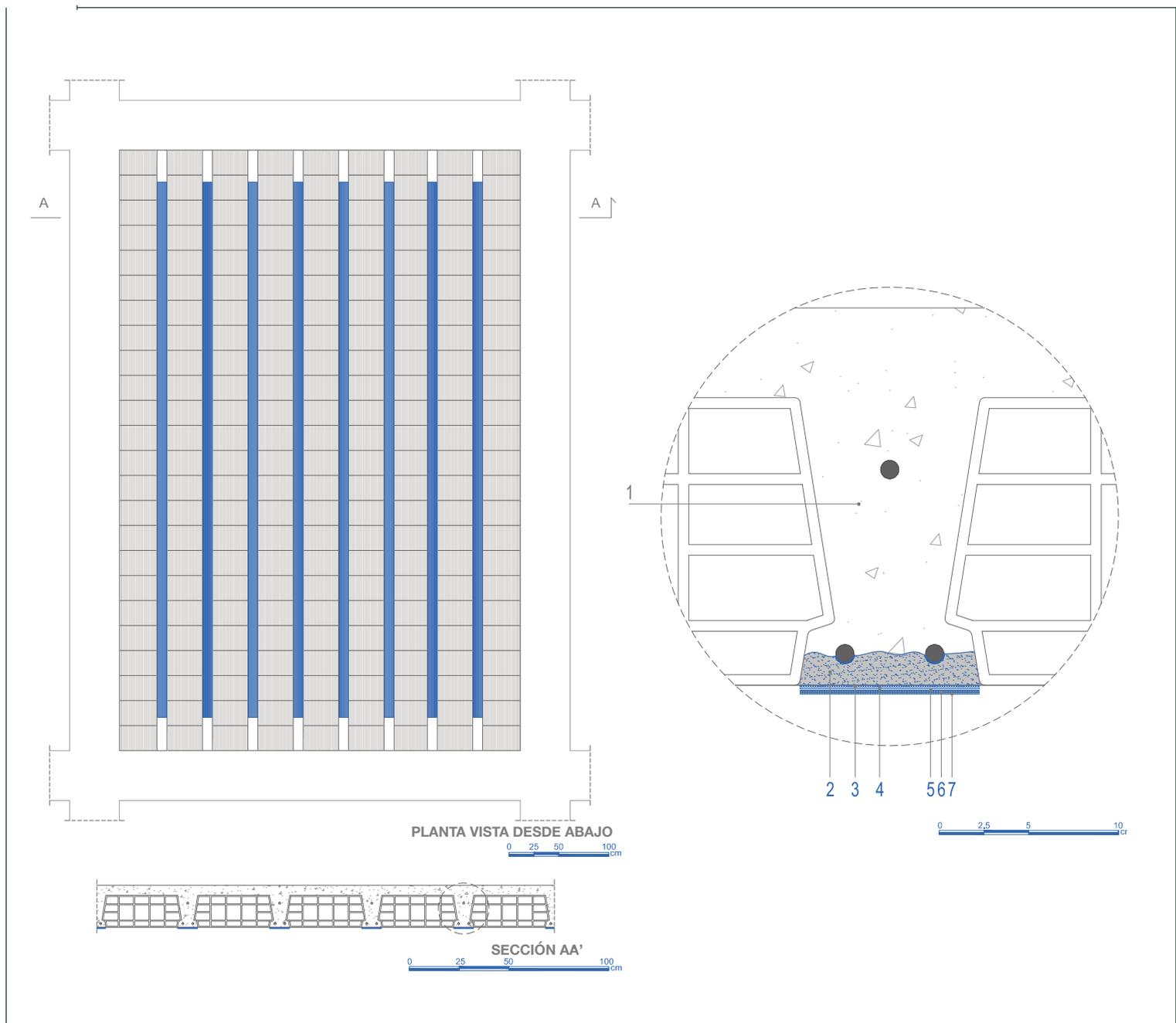
- ←
- 1 | VIGUETA EXISTENTE
 - 2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN
 - 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 4 | MAPEWRAP 11/12
 - 5 | CARBOPLATE
 - 6 | MAPEWRAP 11/12
 - 7 | QUARZO 1,2
 - 8 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo a flexión de un forjado se realiza mediante la colocación en el intradós de las viguetas de los laminados de fibra de carbono **CARBOPLATE**, aplicados con un ciclo epoxídico. Una vez realizada la **preparación del soporte** (FICHA 1.A), así como las eventuales **operaciones de reparación** (FICHA 1.B), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
 - Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (*) (foto B).
 - Cortar con una amoladora **CARBOPLATE** a la longitud deseada y retirar la película protectora (peel-ply) del lado de la lámina que se vaya a encolar (foto C).
 - Aplicar con una llana **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** sobre el lado de la lámina (foto D).
 - Aplicar **CARBOPLATE** y presionarlo con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire (foto E y F).
 - Aplicar sobre **CARBOPLATE**, con una llana lisa, una capa sucesiva de adhesivo epoxídico bicomponente y tixotrópico **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2**.
 - Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca.
 - Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.
- (*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG2**.





NOTAS

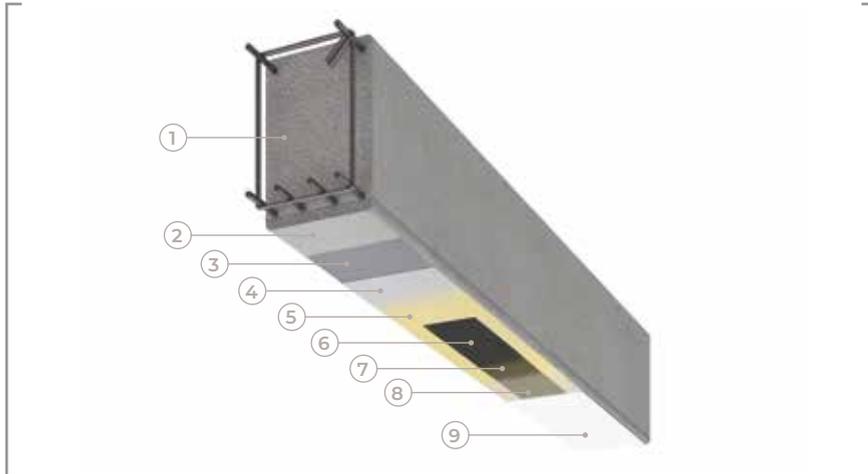
1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características de las láminas **CARBOPLATE** (módulo elástico, dimensiones y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de láminas (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** aún fresca.
3. **CARBOPLATE SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS APLACADO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- ←
- 1 | VIGA EXISTENTE
 - 2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN
 - 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 4 | MAPEWRAP 11/12
 - 5 | MAPEWRAP 31
 - 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
 - 7 | MAPEWRAP 31
 - 8 | QUARZO 1,2
 - 9 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

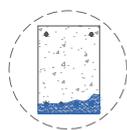
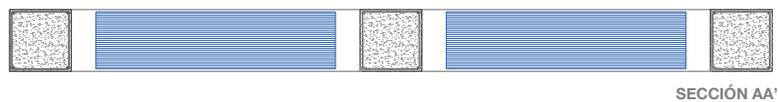
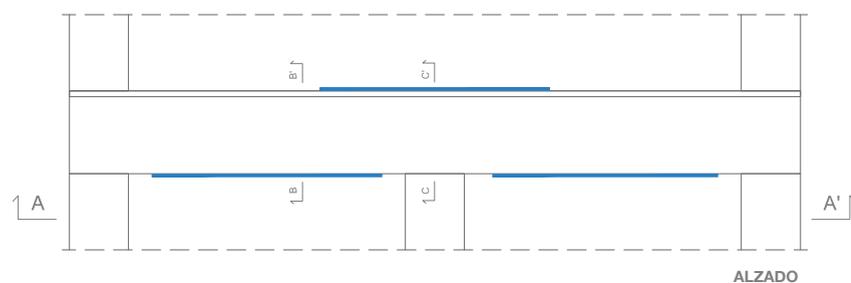
La intervención de refuerzo a flexión de una viga se realiza mediante la colocación, a lo largo del desarrollo longitudinal de la misma, de los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la **preparación del soporte** (FICHA 1.A), así como las eventuales **operaciones de reparación** (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada;
- Aplicar **MAPEWRAP C UNI-AX** y presionarlo con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire (foto D).
- Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto E).
- Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto F).
- Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP** (foto G).

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.

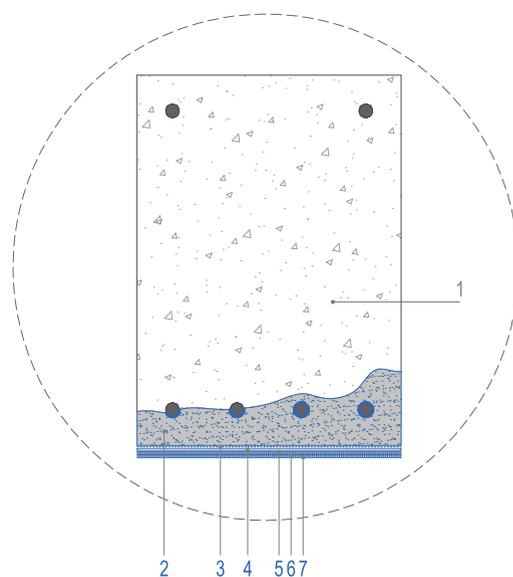




SECCIÓN BB'



SECCIÓN CC'



0 25 50 100 cm

0 10 20 50 cm

NOTAS

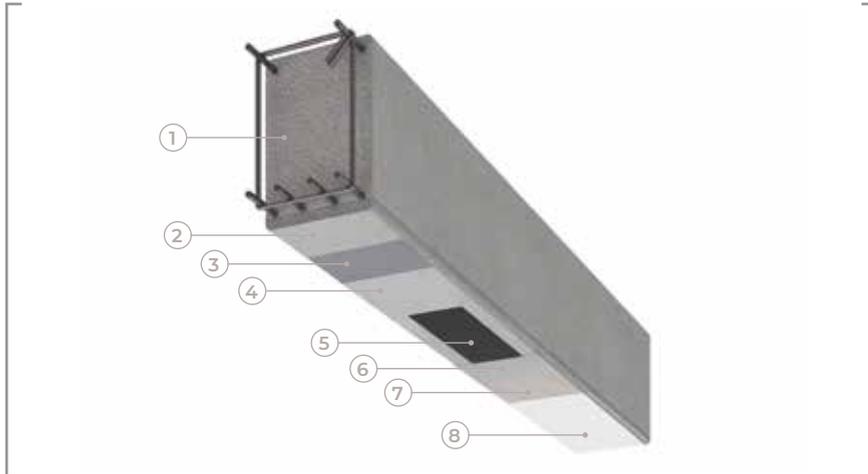
1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.
4. En España, los sistemas de refuerzo FRP de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS APLACADO CON SISTEMA FRP: LÁMINAS CARBOPLATE SYSTEM



- 1 | VIGA EXISTENTE
- 2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | CARBOPLATE
- 6 | MAPEWRAP 11/12
- 7 | QUARZO 1,2
- 8 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

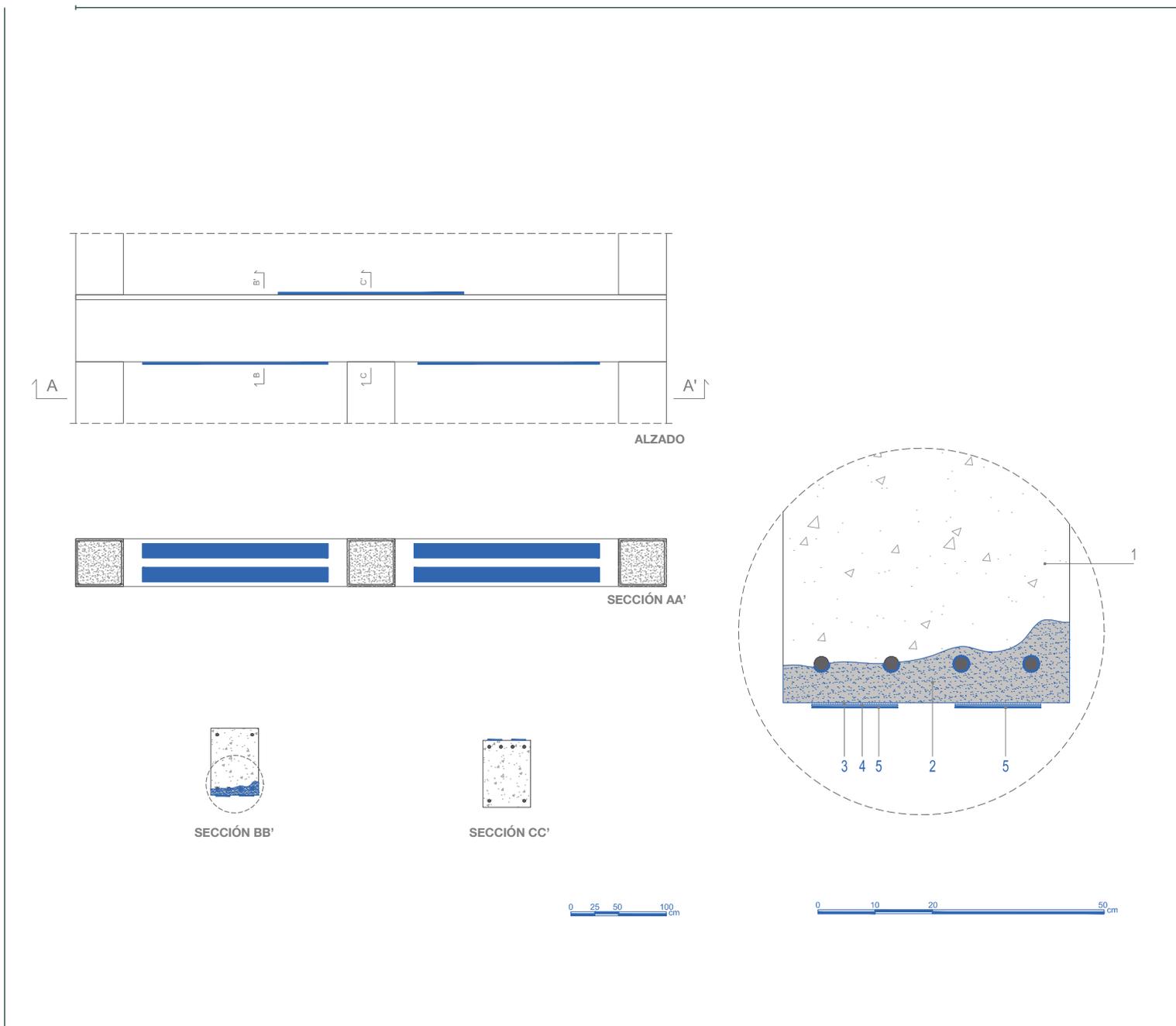
La intervención de refuerzo a flexión de una viga se realiza mediante la colocación, a lo largo del desarrollo longitudinal de la misma, de láminas de fibra de carbono **CARBOPLATE**, aplicadas con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la preparación del soporte (FICHA 1.A), así como las eventuales operaciones de reparación (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Aplicar con una llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (*) (foto B).
- Cortar con una amoladora **CARBOPLATE** a la longitud deseada y retirar la película protectora (peel-ply) del lado de la lámina que se vaya a encolar (foto C).
- Aplicar con una llana **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** sobre el lado de la lámina desprotegido (foto D).
- Aplicar **CARBOPLATE** y presionarlo con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire (foto E).
- Aplicar sobre **CARBOPLATE**, con una llana lisa, una capa sucesiva de adhesivo epoxídico bicomponente y tixotrópico **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG1** o **ADESILEX PG2** (foto F).
- Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto G).
- Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP** (foto H).

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12** o bien **ADESILEX PG2**.





NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características de las láminas **CARBOPLATE** (módulo elástico, dimensiones y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de láminas (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** aún fresca.
3. **CARBOPLATE SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS ENCAMISADO MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



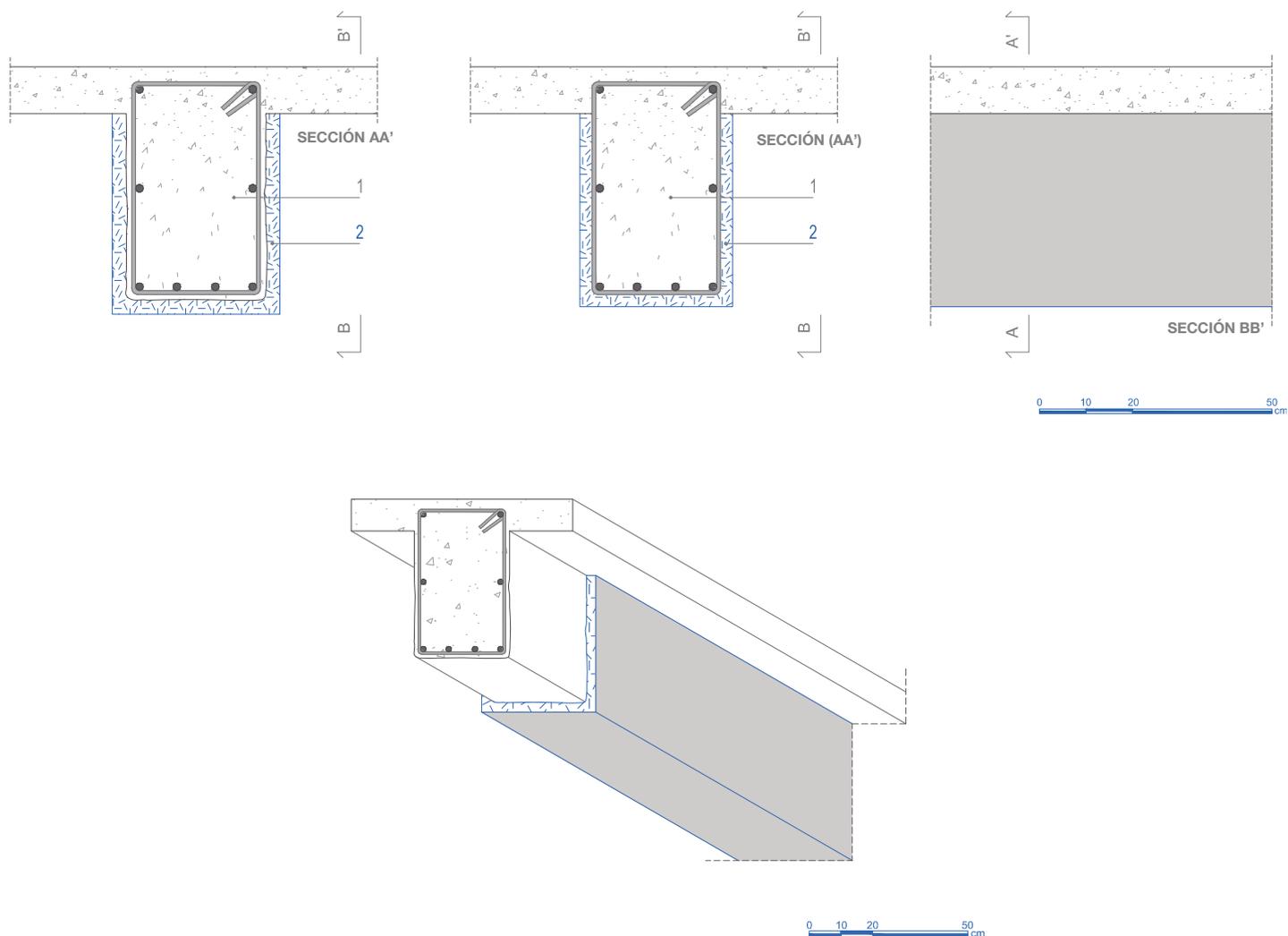
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



La intervención de refuerzo a flexión de una viga de hormigón armado puede realizarse mediante encamisado con el microhormigón **PLANITOP HPC** del modo siguiente:

- Desbastar la superficie de las vigas mediante escarificación mecánica o hidroescarificación, con el fin de obtener una rugosidad suficiente para garantizar la adherencia entre el hormigón de base y **PLANITOP HPC**. Se recomienda una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm (foto A).
- Aspirar las superficies a restaurar para eliminar por completo cualquier fragmento presente.
- En presencia de hierros de la armadura a la vista, proceder a su cepillado y posterior pasivación mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** para prevenir nuevos fenómenos de corrosión.
- Realizar un encofrado estanco de las vigas. Dejar la superficie a reparar saturada con agua, aunque superficialmente seca (foto B).
- Mezclar **PLANITOP HPC** en una hormigonera con vaso.
- Verter **PLANITOP HPC** en el encofrado.
- Esperar al menos 72 horas antes de proceder al desencofrado (foto C).
- Una vez endurecido el mortero, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**.





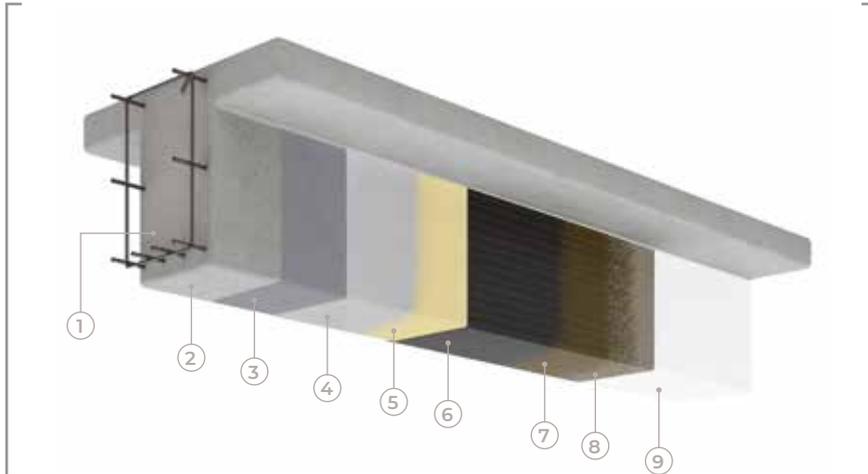
↓ NOTAS

1. A través del software **MAPEI HPC FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 204 italiano, es posible definir el espesor de **PLANITOP HPC** necesario.
2. La intervención de refuerzo con **PLANITOP HPC** no requiere necesariamente el uso de una armadura tradicional.
3. **PLANITOP HPC** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros estructurales de la clase R4.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO A CORTANTE DE VIGAS APLACADO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | VIGA EXISTENTE
- 2 | REPARACIÓN DE SECCIÓN
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



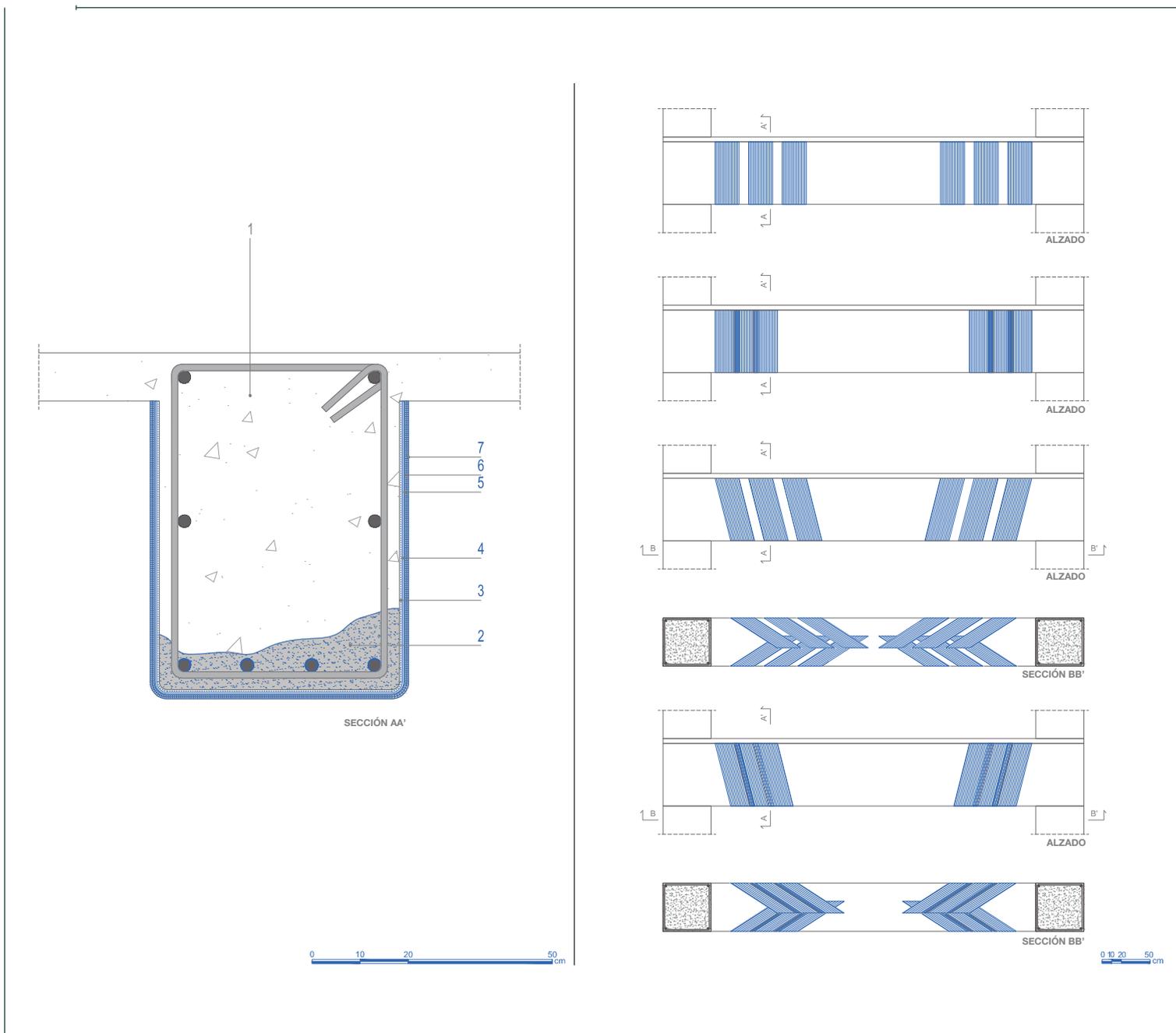
La intervención de refuerzo a cortante de una viga se realiza mediante la colocación, de forma transversal al desarrollo longitudinal de la misma, de los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la **preparación del soporte** (FICHA 1.A), efectuado el redondeo de todas las aristas vivas presentes en las vigas con un radio de curvatura de al menos 20 mm, así como las **operaciones de reparación** (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada.
- Aplicar láminas adyacentes de **MAPEWRAP C UNI-AX** dispuestas como estribos abiertos con la típica forma en U o en envoltura completa, colocando las bandas de tejido de forma ortogonal al eje longitudinal de la viga. Presionar con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire (fotos D y E).
- Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto F).
- Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto G).
- Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**.

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.





NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones, inclinación, distancia y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.C. a que se refiere el D.P.C.S.L.L.PP. n.220 de 09/07/2015.
4. En España, los sistemas de refuerzo FRP de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

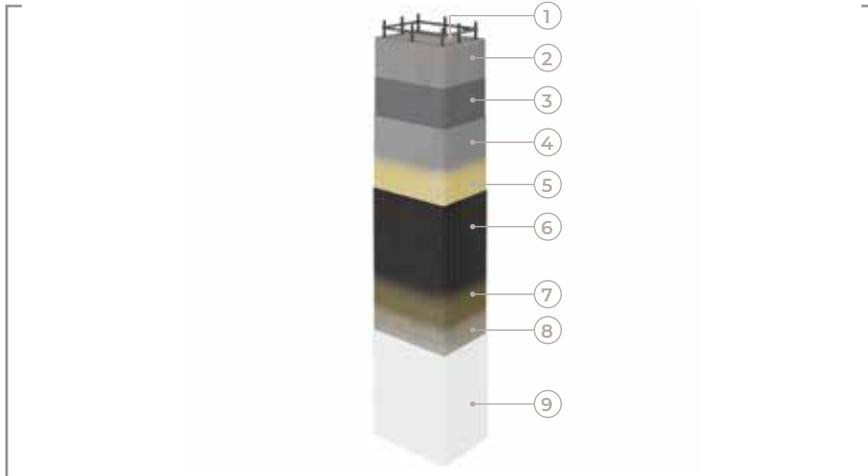
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE PILARES

ENFAJADO DE PILARES PARA INCREMENTAR EL CONFINAMIENTO Y LA RESISTENCIA A CORTANTE MEDIANTE FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

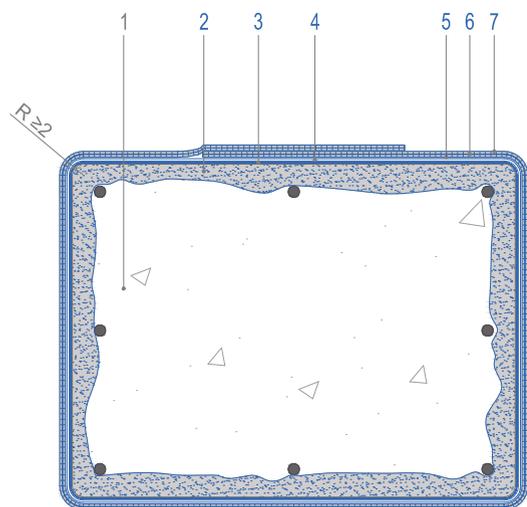


La intervención de refuerzo de pilares (a cortante o por confinamiento) se realiza mediante la colocación, de forma transversal al desarrollo longitudinal de los mismos, de los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico. Una vez realizada la preparación del soporte (FICHA 1.A), efectuado el redondeo de todas las aristas vivas presentes en los pilares con un radio de curvatura de al menos 20 mm, así como las eventuales operaciones de reparación (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada.
- Enfajar el pilar con las láminas de tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** colocadas ortogonalmente al eje longitudinal del mismo y en forma de anillo cerrado. Pasar el rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** con el fin de eliminar eventuales burbujas de aire (foto D).
- Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto E).
- Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto F).
- Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.

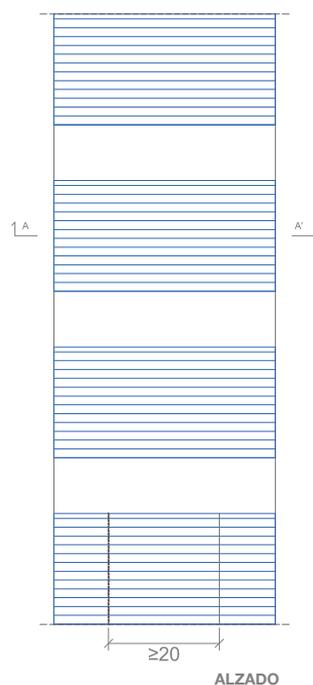
(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.



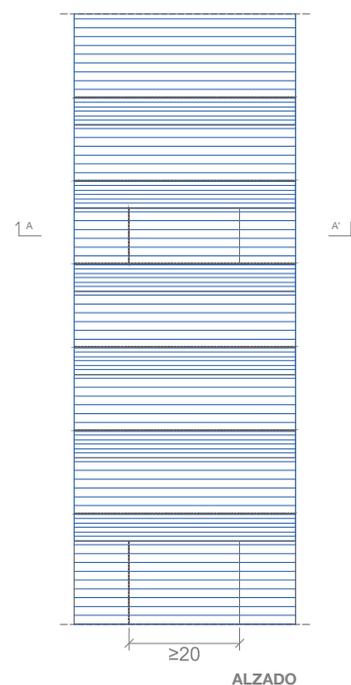


SECCIÓN AA'

0 5 10 20 cm



ALZADO



ALZADO

0 5 10 20 cm

NOTAS

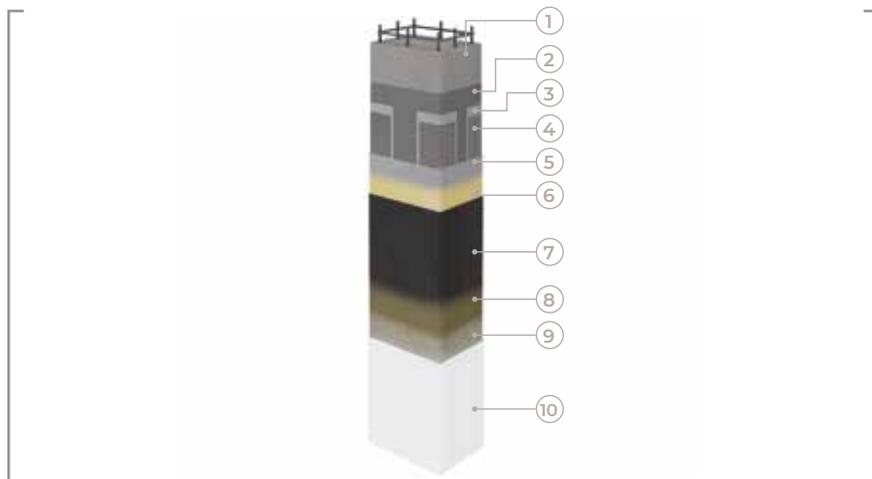
1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones, distancia y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.
3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE PILARES

REFUERZO A FLEXOCOMPRESIÓN MEDIANTE APLACADO CON FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM

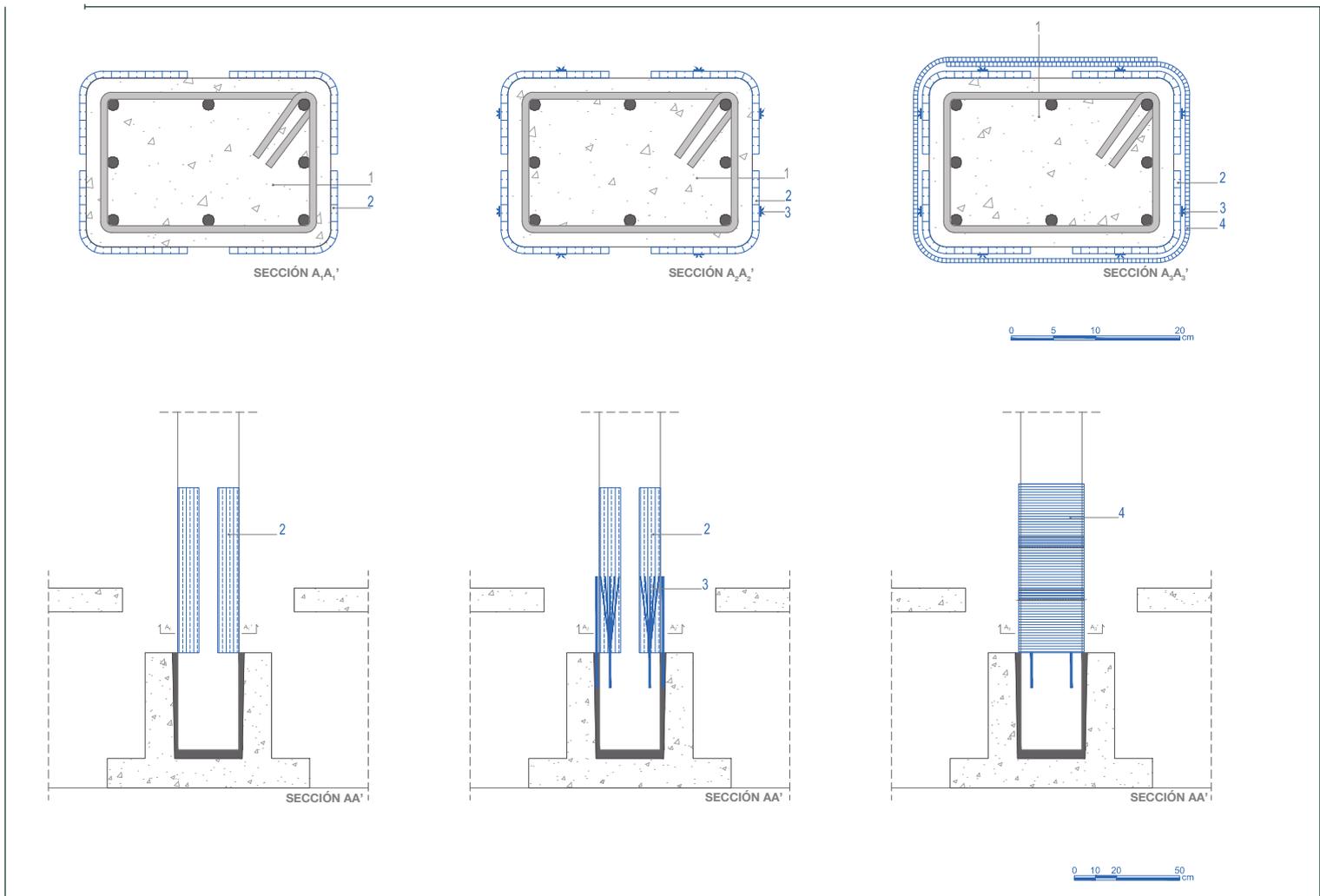


PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

La intervención de refuerzo a flexocompresión de pilares, se realiza mediante la colocación, de forma longitudinal y transversal al desarrollo de los mismos, de los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxidico. Una vez realizada la **preparación del soporte** (FICHA 1.A), efectuado el redondeo de todas las aristas vivas presentes en los pilares con un radio de curvatura de al menos 20 mm, así como las eventuales **operaciones de reparación** (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Perforar agujeros en la base del pilar en cimentación (*) (foto A).
- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxidico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto B).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxidico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (**) (foto C).
- Aplicar las láminas de tejido **MAPEWRAP S FABRIC** a lo largo del desarrollo longitudinal del pilar, partiendo desde su base. Dicha operación puede extenderse a toda la altura del pilar (foto D).
- Aplicar una segunda capa del estuco bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (**) (foto E).
- Introducir en los agujeros la fijación química epoxidica **MAPEFIX EP 385** para insertar los "fioccos"-conectores realizados con trozos de **MAPEWRAP S FABRIC** (foto F).
- Colocar los "fioccos"-conectores de **MAPEWRAP S FABRIC** (foto G).
- Deshilachar los "fioccos"-conectores sobre el tejido colocado previamente. El "fiocco" debe penetrar completamente dentro del orificio perforado y proseguir a lo largo del pilar una longitud no inferior a 70 cm (foto H).
- Impregnar la parte externa del "fiocco"-conector con **MAPEWRAP 11** (foto I).
- Aplicar, sobre el estuco epoxidico aún fresco, una capa de resina epoxidica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto J).
- Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada.
- Aplicar, sobre la capa de resina **MAPEWRAP 31** aún fresca, en secuencia vertical





continua, bandas de confinamiento en forma de anillo cerrado de tejido de fibra de carbono unidireccional **MAPEWRAP C UNI-AX**, colocándolo ortogonalmente al eje longitudinal del pilar. Presionar con ayuda de un rodillo tipo **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar eventuales burbujas de aire.

Los tejidos deben aplicarse procurando que todas las láminas se superpongan 20 cm en horizontal y 5 cm en vertical (foto K).

→ Aplicar una capa sucesiva de **MAPEWRAP 31** (foto L).

→ Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto M).

→ Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**, (foto N).

(*) El cálculo previo establecerá el número de agujeros a realizar.

(**) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.

↓ NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones, distancia y número de capas).

2. Como alternativa a **MAPEWRAP S FABRIC** es posible utilizar el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** o bien las láminas **CARBOPLATE**.

3. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.

4. En España, los sistemas de refuerzo FRP de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

ENFOCA EL CÓDIGO QR

y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE PILARES

ENCAMISADO MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC

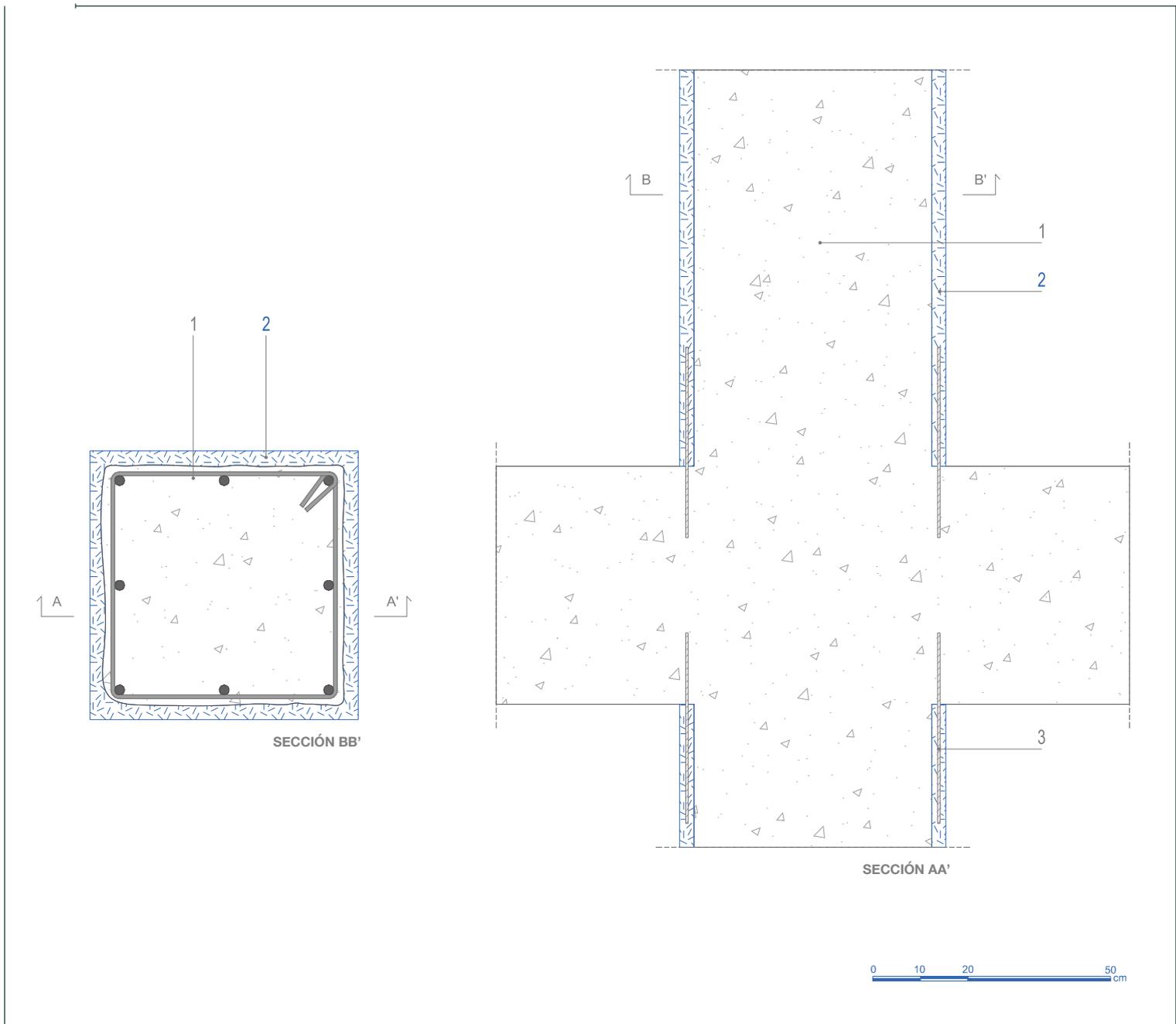


PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo de pilares de hormigón armado puede realizarse mediante encamisado con el microhormigón **PLANITOP HPC** del modo siguiente:

- Desbastar la superficie de los pilares mediante escarificación mecánica o hidroescarificación, con el fin de obtener una rugosidad suficiente para garantizar la adherencia entre el hormigón de base y el hormigón fibrorreforzado. Se recomienda una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm (foto A).
- Aspirar las superficies a restaurar para eliminar por completo cualquier fragmento presente.
- En presencia de hierros de la armadura a la vista, proceder a su cepillado y posterior pasivación mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** para prevenir nuevos fenómenos de corrosión.
- Realizar un encofrado estanco de los pilares y dejar la superficie a reparar saturada con agua, aunque superficialmente seca (foto B).
- Mezclar **PLANITOP HPC** en una hormigonera con vaso.
- Verter **PLANITOP HPC** en el encofrado.
- Esperar al menos 72 horas antes de proceder al desencofrado (foto C).
- Una vez endurecido el mortero, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.





NOTAS

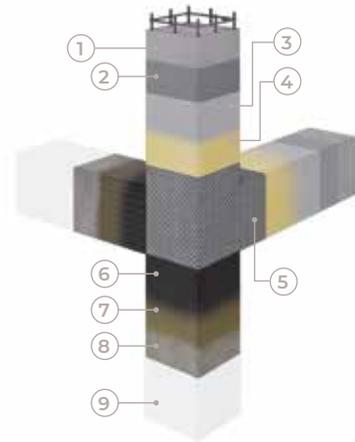
1. A través del software **MAPEI HPC FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 204 italiano, es posible definir el espesor de **PLANITOP HPC** necesario.
2. La intervención de refuerzo con el **PLANITOP HPC** no requiere necesariamente el uso de una armadura tradicional.
3. **PLANITOP HPC** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros estructurales de la clase R4.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR DE ESQUINA APLACADO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- ←
- 1 | ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE
 - 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 3 | MAPEWRAP 11/12
 - 4 | MAPEWRAP 31
 - 5 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
 - 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
 - 7 | MAPEWRAP 31
 - 8 | QUARZO 1,2
 - 9 | PLANITOP 200

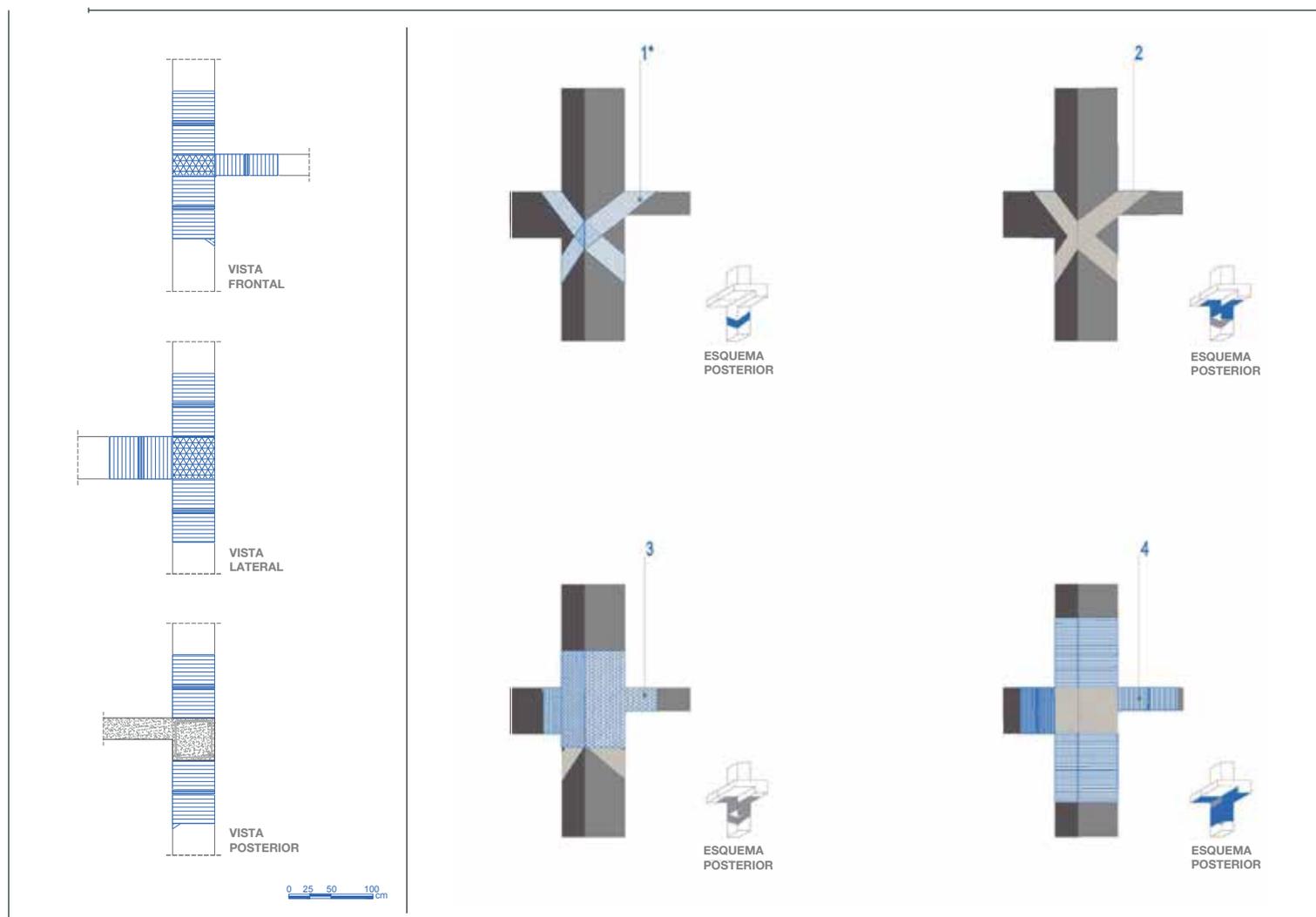
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo a cortante de nudos viga-pilar se realiza mediante la colocación, según las diferentes configuraciones, de los tejidos de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la preparación del soporte (FICHA 1.A), efectuado el redondeo de todas las aristas vivas de los pilares y de las vigas que converjan en el nudo, con un radio de curvatura de al menos 20 mm, la eliminación del polvo, así como las eventuales operaciones de reparación (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (fotos A y B).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm del estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (fotos C y D).
- Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos, **MAPEWRAP 31** (foto E).
- Cortar con unas tijeras los tejidos **MAPEWRAP C** a las longitudes deseadas.
- Aplicar en la unión entre el pilar y la viga piezas angulares de tejido unidireccional de fibra de carbono de alta resistencia **MAPEWRAP C UNI-AX** (o de tejido cuadriaxial **MAPEWRAP C QUADRI-AX**) impregnándolas con **MAPEWRAP 31** (foto F).
- Colocar bandas de tejido **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sobre el núcleo del nudo (foto G).
- Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto H).
- Enfajar los extremos del pilar que convergen en el nudo, utilizando para ello los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP C UNI-AX**. El tejido deberá aplicarse en forma de anillo cerrado, procurando que las bandas anulares consecutivas se superpongan 20 cm en horizontal y 5 cm en vertical (foto I).
- Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto J).





→ Enfajar los extremos de las vigas que convergen en el nudo con **MAPEWRAP C UNI-AX** colocando el tejido en forma de estribos abiertos con la típica forma en "U" (foto K).

→ Extender una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto L).

→ Espolvorear la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto M).

→ Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**.

NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones, inclinación, distancia y número de capas).

2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.

3. Antes de la aplicación de **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sobre el nudo, se puede ejecutar en la zona de intersección viga-pilar una doble banda de tejido **MAPEWRAP S FABRIC** cruzado, en un ángulo de aproximadamente 45°, para absorber el potencial impacto derivado de la acción de los cerramientos durante un episodio sísmico.

4. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.

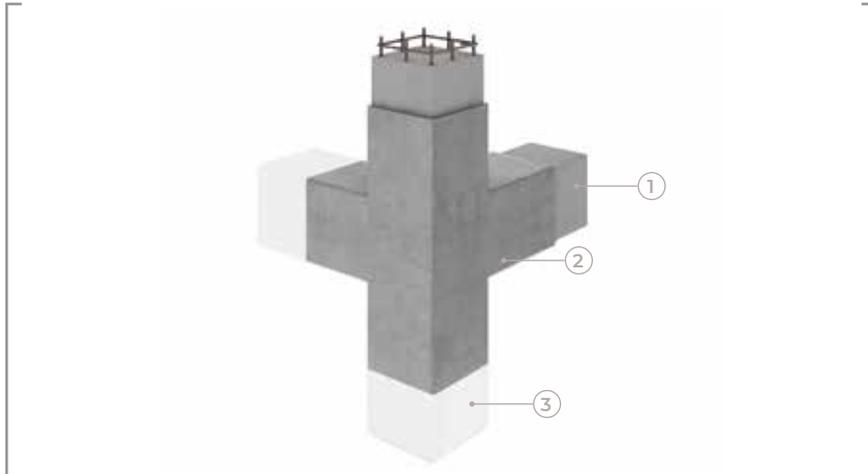
ENFOCA EL CÓDIGO QR

y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR DE ESQUINA ENCAMISADO MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC



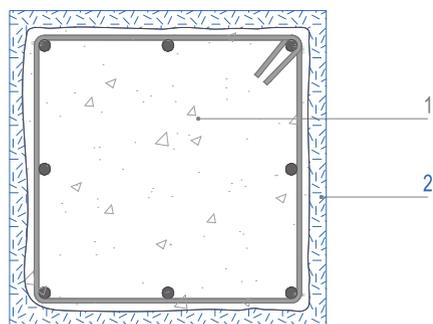
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



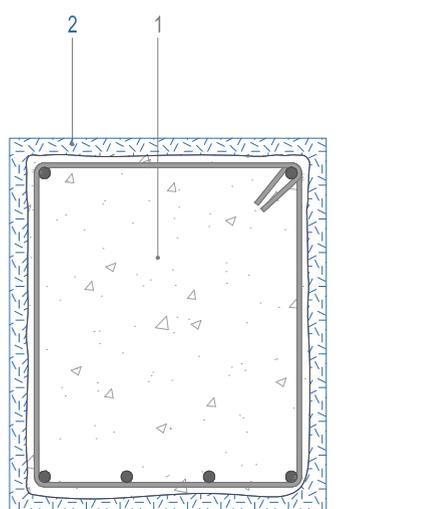
La intervención de refuerzo de nudos viga-pilar de hormigón armado puede realizarse mediante encamisado con el microhormigón **PLANITOP HPC** del modo siguiente:

- Desbastar la superficie de los pilares mediante escarificación mecánica o hidroescarificación, con el fin de obtener una rugosidad suficiente para garantizar la adherencia entre el hormigón de base y el hormigón fibrorreforzado. Se recomienda una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm (foto A). Aspirar las superficies a restaurar para eliminar por completo cualquier fragmento presente.
- En presencia de hierros de la armadura a la vista, proceder a su cepillado y posterior pasivación mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** para prevenir nuevos fenómenos de corrosión.
- Realizar un encofrado estanco de los nudos viga-pilar. Dejar la superficie a reparar saturada con agua, aunque superficialmente seca (foto B).
- Mezclar **PLANITOP HPC** en una hormigonera con vaso.
- Verter **PLANITOP HPC** en el encofrado.
- Esperar al menos 72 horas antes de proceder al desencofrado (foto C).
- Una vez endurecido el mortero, enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.



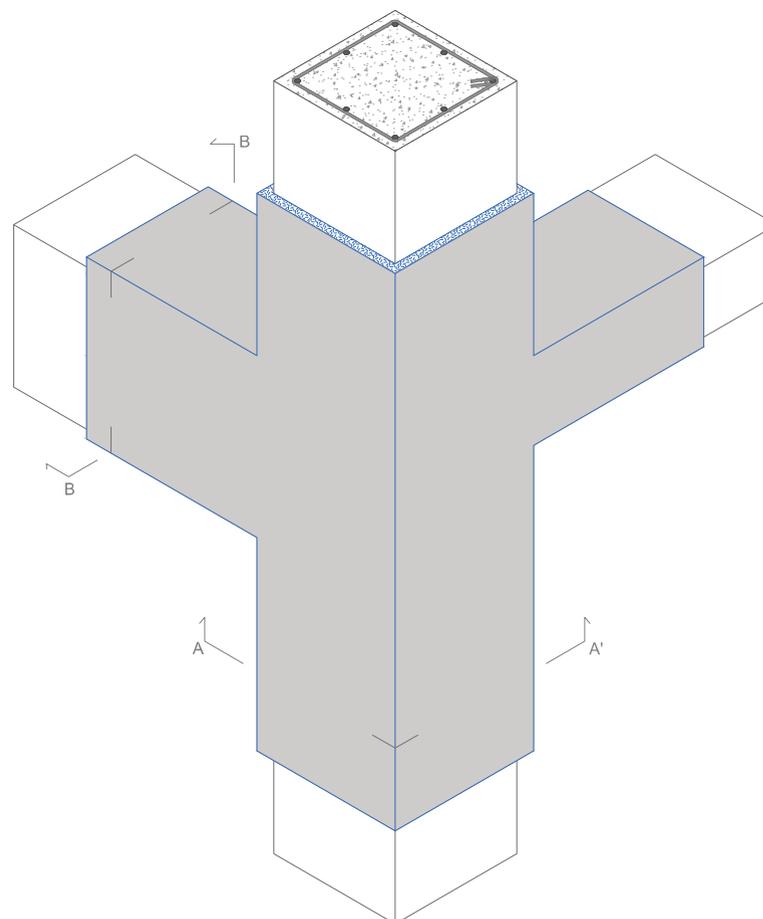


SECCIÓN AA'



SECCIÓN BB'

0 10 20 50 cm

VISTA
AXONÓMETRICA

0 10 20 50 cm

NOTAS

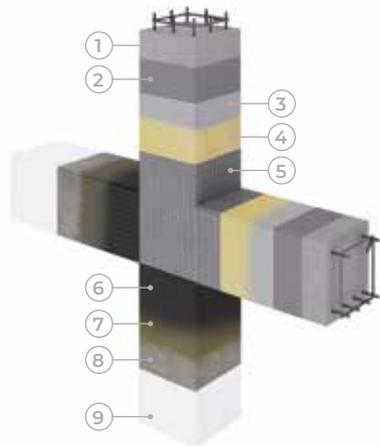
1. La intervención de refuerzo con el **PLANITOP HPC** no requiere necesariamente el uso de una armadura tradicional.
2. **PLANITOP HPC** cumple los requisitos mínimos de la norma **UNE EN 1504-3** para los morteros estructurales de la clase **R4**.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA
WEB www.rinforzo-strutturale.it**



REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR PERIMETRALES APLACADO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO EXISTENTE
- 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 3 | MAPEWRAP 11/12
- 4 | MAPEWRAP 31
- 5 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 6 | MAPEWRAP C UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

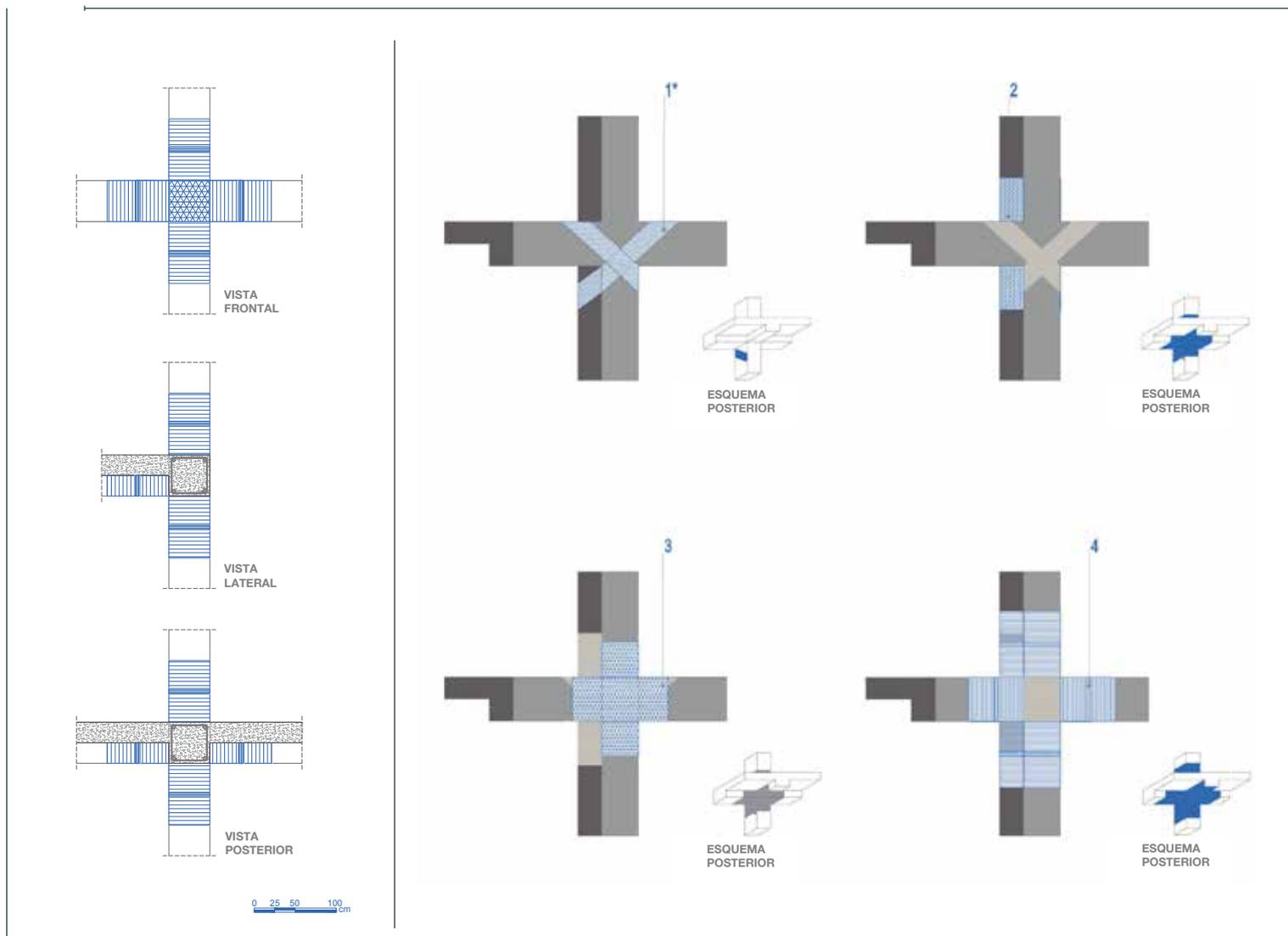


La intervención de refuerzo a cortante de nudos viga-pilar se realiza mediante la colocación, según las diferentes configuraciones, de los tejidos de fibra de carbono **MAPEWRAP**, aplicados con un ciclo epoxídico.

Una vez realizada la preparación del soporte (FICHA 1.A), efectuado el redondeo de todas las aristas vivas de los pilares y de las vigas que converjan en el nudo, con un radio de curvatura de al menos 20 mm, la eliminación del polvo, así como las eventuales operaciones de reparación (FICHA 1.C), se procederá tal y como se indica a continuación:

- Aplicar sobre la superficie a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).
- Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).
- Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos, **MAPEWRAP 31** (foto C).
- Cortar con unas tijeras los tejidos **MAPEWRAP C** a las longitudes deseadas.
- Aplicar en la unión entre el pilar y la viga piezas angulares de tejido unidireccional de fibra de carbono de alta resistencia **MAPEWRAP C UNI-AX** (o de tejido cuadriaxial **MAPEWRAP C QUADRI-AX**) impregnándolas con **MAPEWRAP 31** (foto D).
- Colocar bandas de tejido **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sobre el núcleo del nudo (foto E).
- Extender una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto F).
- Enfajar los extremos del pilar que convergen en el nudo, utilizando para ello los tejidos unidireccionales de fibra de carbono **MAPEWRAP C UNI-AX**. El tejido deberá aplicarse en forma de anillo cerrado, procurando que las bandas anulares consecutivas se superpongan 20 cm en horizontal y 5 cm en vertical (foto G).
- Extender una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto H).
- Enfajar los extremos de las vigas que convergen en el nudo, mediante **MAPEWRAP C UNI-AX** colocando el tejido en forma de estribos abiertos con la típica forma en "U" (foto I).





→ Extender una segunda capa de **MAPEWRAP 31** sobre los tejidos aplicados (foto J).

→ Espolvorear arena de **QUARZO 1,2** seca sobre la resina todavía fresca (foto K).

→ Una vez transcurridas al menos 24 horas desde la aplicación de los tejidos, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**.

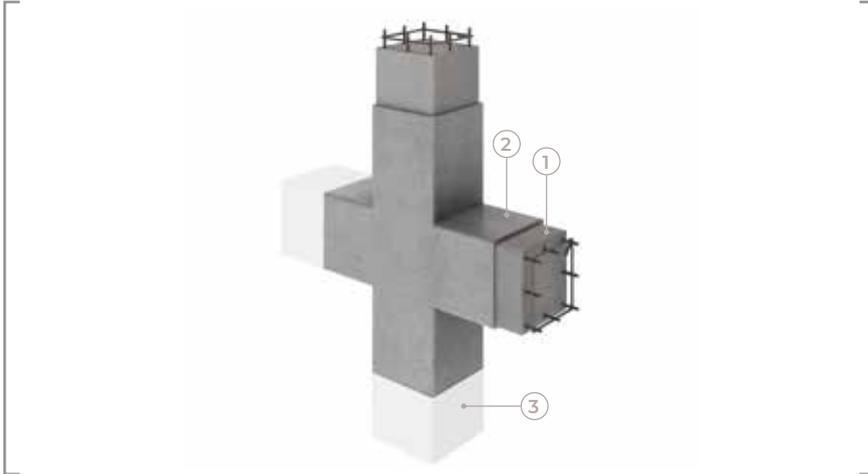
NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 200 italiano, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones, inclinación, distancia y número de capas).
2. En el caso de aplicar varias capas de tejido (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas se ejecuten directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 31** aún fresca.
3. Antes de la aplicación de **MAPEWRAP C QUADRI-AX** sobre el nudo, se puede ejecutar en la zona de intersección viga-pilar una doble banda de tejido **MAPEWRAP S FABRIC** cruzado, en un ángulo de aproximadamente 45°, para absorber el potencial impacto derivado de la acción de los cerramientos durante un episodio sísmico.
4. **MAPEWRAP C UNI-AX SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica italiano (CVT) de acuerdo con el L.C. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015.
5. En España, los sistemas de refuerzo FRP de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE NUDOS VIGA-PILAR PERIMETRALES ENCAMISADO MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC

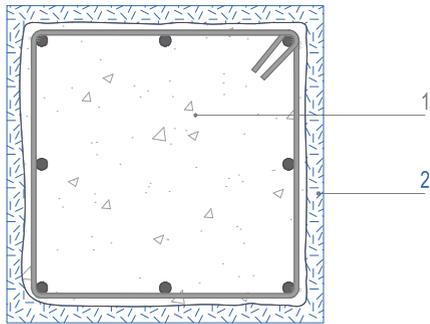


PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

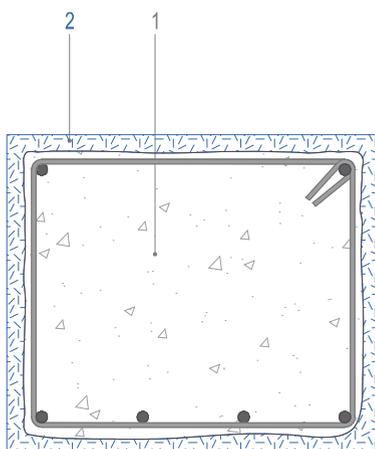
La intervención de refuerzo de nudos viga-pilar de hormigón armado puede realizarse mediante encamisado con el microhormigón **PLANITOP HPC** del modo siguiente:

- Desbastar la superficie de los nudos viga-pilar mediante escarificación mecánica o hidroescarificación, con el fin de obtener una rugosidad suficiente para garantizar la adherencia entre el hormigón de base y el hormigón fibrorreforzado. Se recomienda una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm (foto A). Aspirar las superficies a restaurar para eliminar por completo cualquier fragmento presente. En presencia de hierros de la armadura a la vista, proceder a su cepillado y posterior pasivación mediante la aplicación a brocha de una doble capa de mortero cementoso anticorrosivo monocomponente **MAPEFER 1K** o bicomponente **MAPEFER** para prevenir nuevos fenómenos de corrosión.
- Realizar un encofrado estanco de los nudos viga-pilar. Dejar la superficie a reparar saturada con agua, aunque superficialmente seca (foto B).
- Mezclar **PLANITOP HPC** en una hormigonera con vaso.
- Verter **PLANITOP HPC** en el encofrado.
- Esperar al menos 72 horas antes de proceder al desencofrado (foto C).
- Una vez endurecido el mortero, enlucir con los enlucidos cementosos de la gama **PLANITOP**.



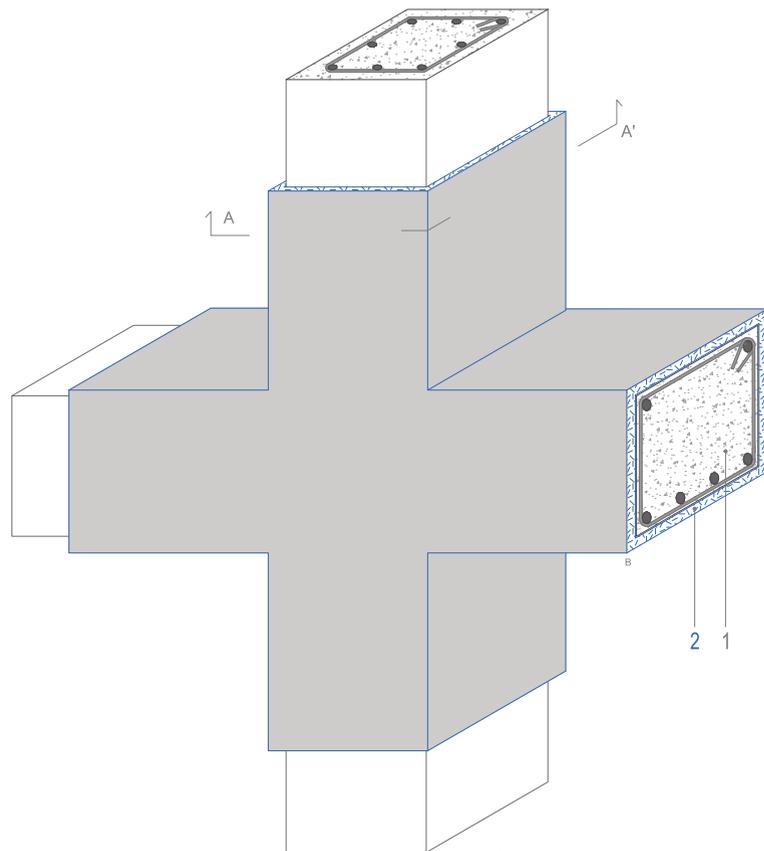


SECCIÓN AA'



SECCIÓN BB'

0 10 20 50 cm

VISTA
AXONÓMETRICA

0 10 20 50 cm

NOTAS

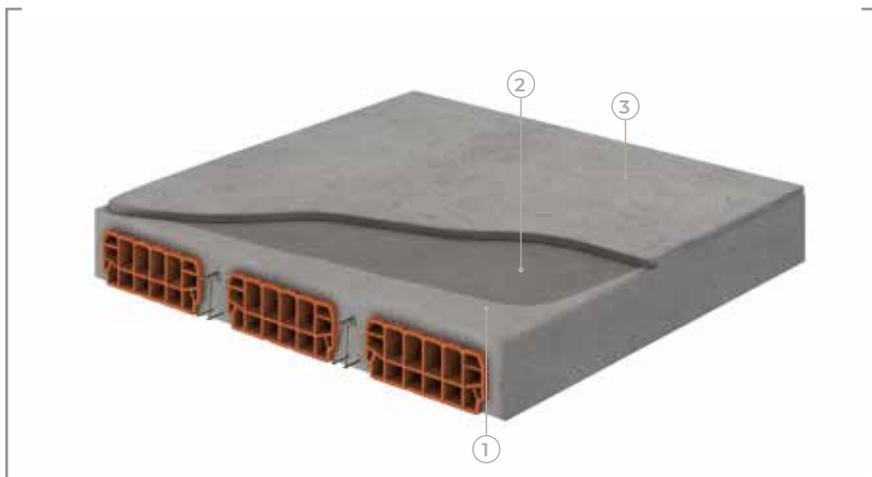
1. La intervención de refuerzo con el **PLANITOP HPC** no requiere necesariamente el uso de una armadura tradicional.
2. **PLANITOP HPC** cumple los requisitos mínimos de la norma **UNE EN 1504-3** para los morteros estructurales de la clase **R4**.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

REFUERZO DE FORJADOS PLANOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



- 1 | FORJADO EXISTENTE DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETA DE HORMIGÓN
- 2 | PRIMER 3296
- 3 | PLANITOP HPC FLOOR
- 4 | CONEXIÓN PERIMETRAL FIJADA CON MAPEFIX EP 385-585

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



El refuerzo del trasdós de un forjado puede realizarse mediante la ejecución de una capa colaborante de microhormigón **PLANITOP HPC FLOOR**. Preparar el soporte, mediante demolición de todo el pavimento hasta alcanzar la capa existente, y dar rugosidad a esta última con medios mecánicos para obtener una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm que garantice la adherencia entre la capa existente y **PLANITOP HPC FLOOR**.

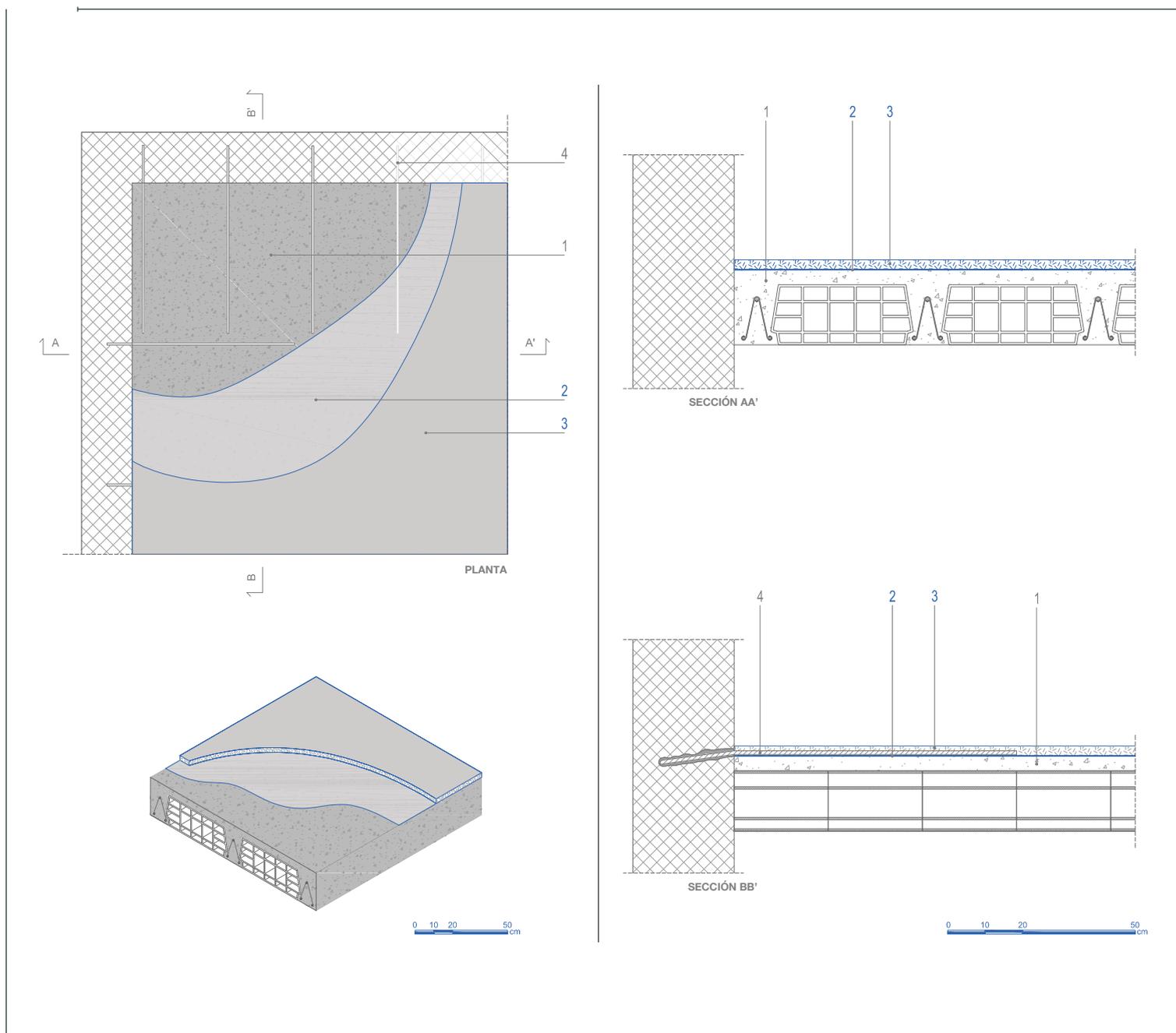
→ Insertar barras de conexión de armadura tradicional B450C al muro perimetral o a las vigas de borde, dispuestas paralelamente a las viguetas y ancladas dentro de los orificios previamente realizados y limpios, con la fijación química epoxídica **MAPEFIX EP 385** o la fijación química a base de resina de viniléster **MAPEFIX VE SF**. Aspirar las superficies para eliminar el polvo y todo el material no cohesionado (foto A).

→ Consolidar el trasdós de la capa existente con **PRIMER 3296** diluido con agua en una proporción de 1:1 (foto B).

→ Una vez transcurridas al menos 4 horas desde la aplicación del imprimador, mezclar **PLANITOP HPC FLOOR** en una hormigonera con vaso (foto C).

→ Proceder al vertido de **PLANITOP HPC FLOOR** sobre el forjado con un espesor aproximado de 2 cm(l) (fotos D, E y F).





NOTAS

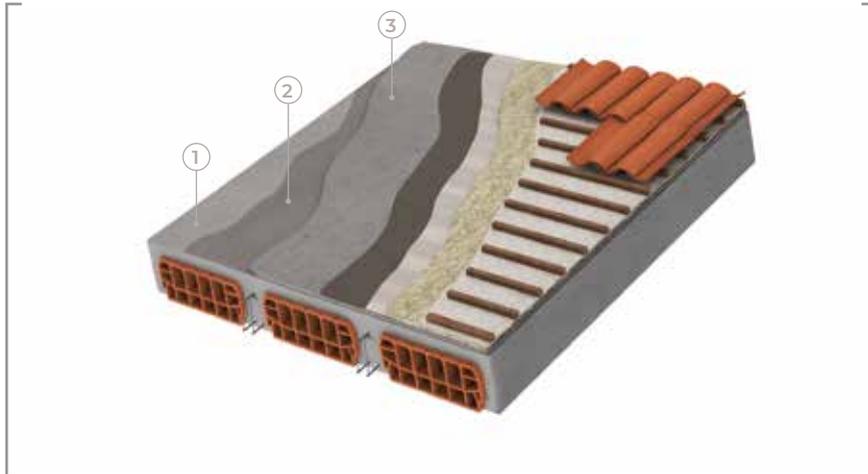
1. A través del software **MAPEI HPC FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 204 italiano, es posible definir el espesor de **PLANITOP HPC FLOOR** necesario.
2. En el caso de que fuera necesario realizar reanudaciones entre vertidos sucesivos de **PLANITOP HPC FLOOR**, será requisito previo el uso de **EPORIP** o bien la colocación de los hierros de espera adecuados.
3. La intervención de refuerzo con **PLANITOP HPC FLOOR** no requiere el uso de conectores ni de malla electrosoldada.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

REFUERZO DE FORJADOS INCLINADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR MEDIANTE HPC SYSTEM: PLANITOP HPC TIXO



- 1 | EXISTENTE DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETA DE HORMIGÓN INCLINADO
- 2 | PRIMER 3296
- 3 | PLANITOP HPC TIXO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

El refuerzo del trasdós de un forjado inclinado puede realizarse mediante la ejecución de una capa colaborante de microhormigón **PLANITOP HPC TIXO**. Preparar el soporte, mediante demolición de todo el sistema de cubierta existente, hasta alcanzar la losa de hormigón, y dar rugosidad a esta última con medios mecánicos para obtener una superficie con una rugosidad de al menos 5 mm que garantice la adherencia entre la capa existente y **PLANITOP HPC TIXO**.

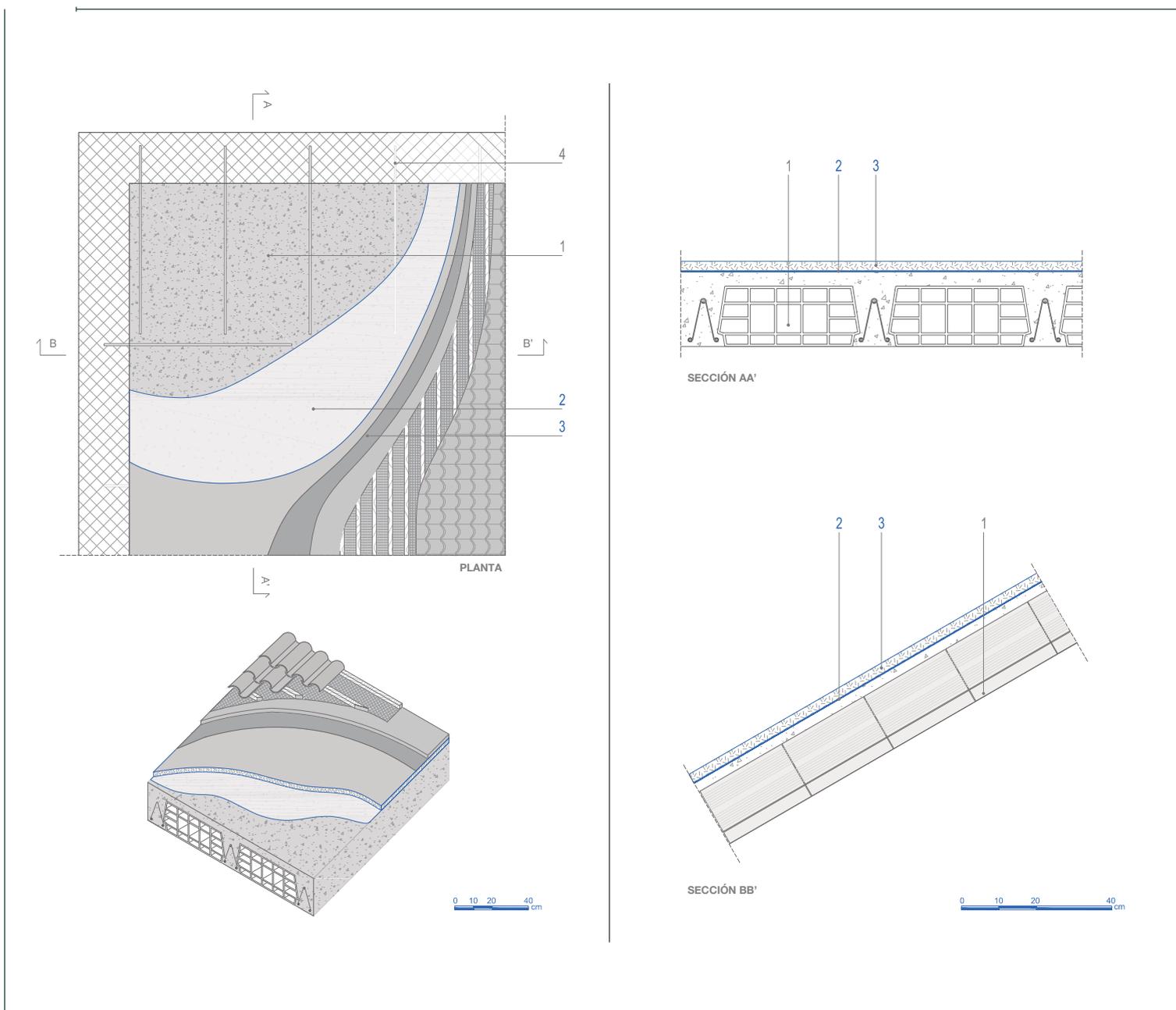
→ Insertar barras de conexión de armadura tradicional B450C a las vigas de atado perimetrales, dispuestas paralelamente a las viguetas y ancladas dentro de los orificios previamente realizados y limpios, con la fijación química epoxídica **MAPEFIX EP 385** o la fijación química a base de resina de viniléster **MAPEFIX VE SF**. Aspirar las superficies para eliminar el polvo y todo el material no cohesionado.

→ Consolidar el trasdós de la capa existente con **PRIMER 3296** diluido con agua en una proporción de 1:1.

→ Una vez transcurridas al menos 4 horas, proceder a mezclar **PLANITOP HPC TIXO** en una hormigonera con vaso.

→ Proceder al vertido de **PLANITOP HPC TIXO** sobre el forjado con un espesor aproximado de 2 cm (!) (fotos A, B y C).





↓ NOTAS

1. A través del software **MAPEI HPC FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 204 italiano, es posible definir el espesor de **PLANITOP HPC TIXO** necesario.
2. En el caso de que fuera necesario realizar reanudaciones entre vertidos sucesivos de **PLANITOP HPC TIXO**, será requisito previo el uso de **EPORIP** o bien la colocación de los hierros de espera adecuados.
3. La intervención de refuerzo con **PLANITOP HPC TIXO** no requiere el uso de conectores ni de malla electrosoldada.
4. **PLANITOP HPC TIXO** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros estructurales de la clase R4.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



2.2

REFUERZO DE EDIFICIOS

DE ALBAÑILERÍA Y MADERA



Las estructuras de muros de carga y elementos de madera, característicos del patrimonio arquitectónico italiano, han demostrado a lo largo de los años una alta vulnerabilidad sísmica debida a múltiples factores.

Las técnicas de intervención tradicionales no siempre se han ajustado a las exigencias estructurales y de conservación arquitectónica y, por este motivo, en el pasado reciente se han desarrollado diferentes modalidades de intervención que se adecúan a los principios de compatibilidad con la estructura existente, tales como la reversibilidad, la durabili-

dad y el impacto mínimo en la configuración geométrica de la construcción existente. Los materiales compuestos (en particular, los **sistemas FRP** y **FRCM**) han demostrado su valor (y sostenibilidad económica) al desempeñar su función de reducir la vulnerabilidad sísmica en cumplimiento de estos principios rectores.

COLAPSO TÍPICO DE ESTRUCTURAS DE ALBAÑILERÍA



Colapso de bóvedas de albañilería



Fisuras a cortante de muros de cerramiento



Daños en linterna



Fisuras a cortante



Desplome de la fachada



Daños en campanarios



Muros con prestaciones mecánicas insuficientes

REFUERZO DE EDIFICIOS

DE ALBAÑILERÍA Y MADERA

1. REJUNTADO ARMADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA “CARA VISTA”

- 1.a  Rejuntado armado mediante mortero y barras helicoidales de acero inoxidable **MAPEI STEEL BAR**

2. REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE ALBAÑILERÍA “CARA VISTA”

- 2.a  Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable **MAPEI STEEL DRY**

3. REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE CARGA

- 3.a  Reparación localizada de lesiones con FRCM SYSTEM

4. CONEXIONES DE MUROS DE ALBAÑILERÍA NO TRABADOS ENTRE SÍ

- 4.a  Cosido armado realizado mediante la inyección de lechada fluida en el interior de tubos de fibra de carbono: **CARBOTUBE**
- 4.b  Cosido en seco mediante barras helicoidales de acero inoxidable: **MAPEI STEEL DRY**

5. REFUERZOS DEL FORJADO EN EL PLANO DE FACHADA CON FRP

- 5.a  Refuerzo del forjado en el plano de fachada con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**

6. REFUERZO DE MURO DE CARGA

- 6.a  Restauración de muros de albañilería mediante el relleno de llas juntas de mortero
- 6.b  Consolidación y refuerzo mediante intervenciones de “sustitución” o “remiendo”
- 6.c  Consolidación y refuerzo mediante inyección de lechadas superfluidas
- 6.d  Refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
- 6.e  Refuerzo frente a acciones fuera del plano y en el plano de fachada con revoques de bajo espesor FRCM SYSTEM
- 6.f  Refuerzo con revoques armados: sistema **MAPENET EM**

7. REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS DE ALBAÑILERÍA

- 7.a  Preparación del soporte mediante el relleno de las juntas de mortero
 - 7.b  Consolidación y refuerzo mediante inyección de lechadas superfluidas
 - 7.c  Refuerzo con FRP: tejidos **MAPEWRAP SYSTEM**
 - 7.d  Refuerzo mediante revoques armados de bajo espesor **FRCM SYSTEM**
-

8. SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

- 8.a  Conexiones transversales con **MAPEWRAP FIOCCO**
-

9. REFUERZO A FLEXIÓN DE VIGAS Y VIGUETAS DE FORJADOS DE MADERA

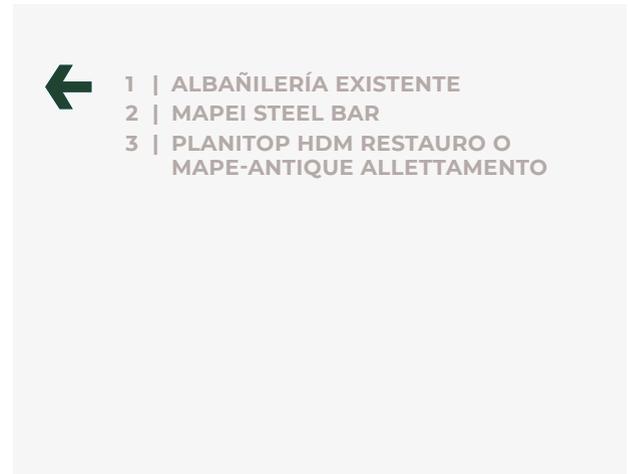
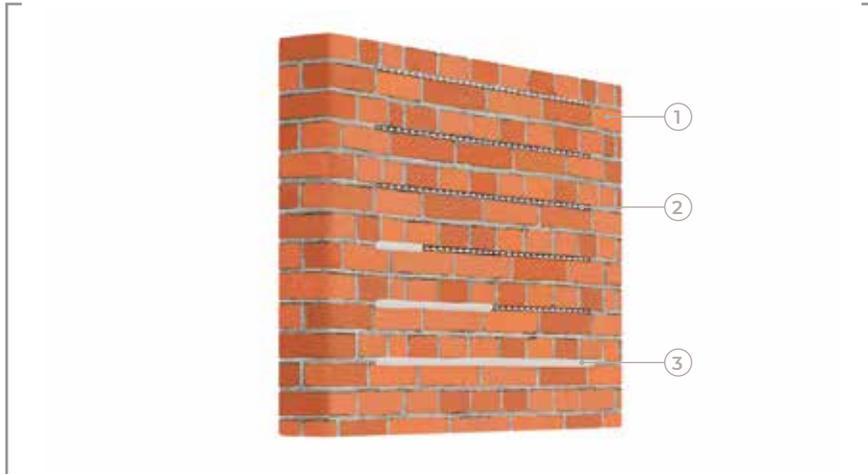
- 9.a  Preparación del soporte y consolidación de elementos de madera
 - 9.b  Refuerzo a flexión mediante aplacado con láminas de carbono **CARBOPLATE SYSTEM**
 - 9.c  Refuerzo a flexión mediante barras **MAPEROD**
 - 9.d  Reconstrucción de cabezas de vigas dañadas y de elementos estructurales de madera
-

10. REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

- 10.a  Refuerzo de forjados de madera mediante capa colaborante con HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**
- 10.b  Refuerzo de forjados mixtos mediante capa colaborante con HPC SYSTEM: **PLANITOP HPC FLOOR**

REJUNTADO ARMADO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA “CARA VISTA”

REJUNTADO ARMADO MEDIANTE MORTERO Y BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE MAPEI STEEL BAR



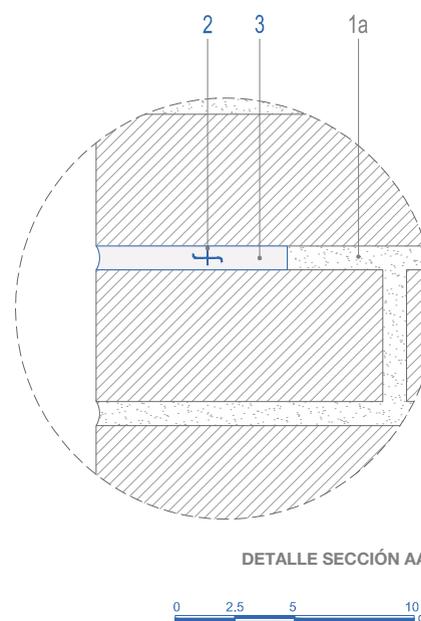
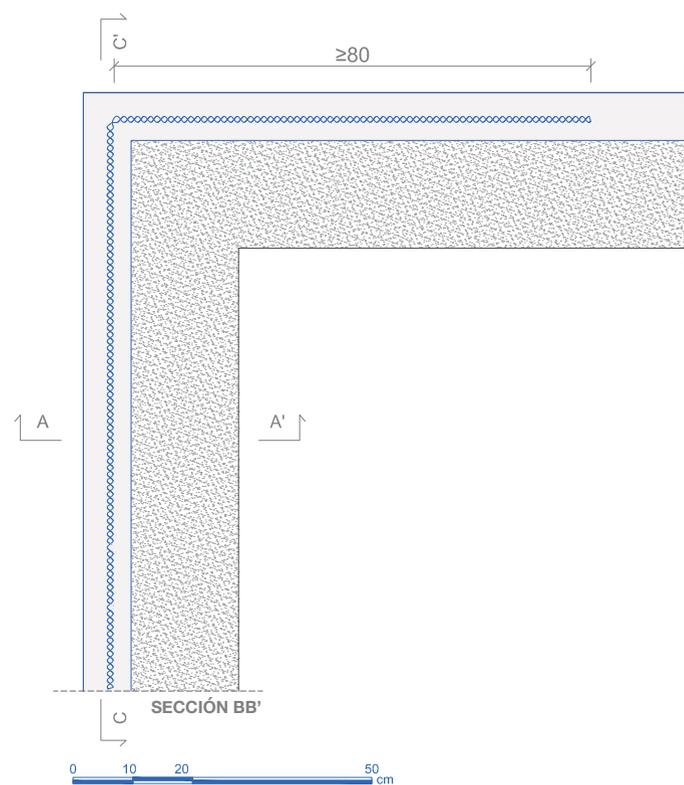
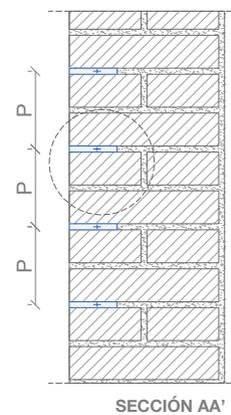
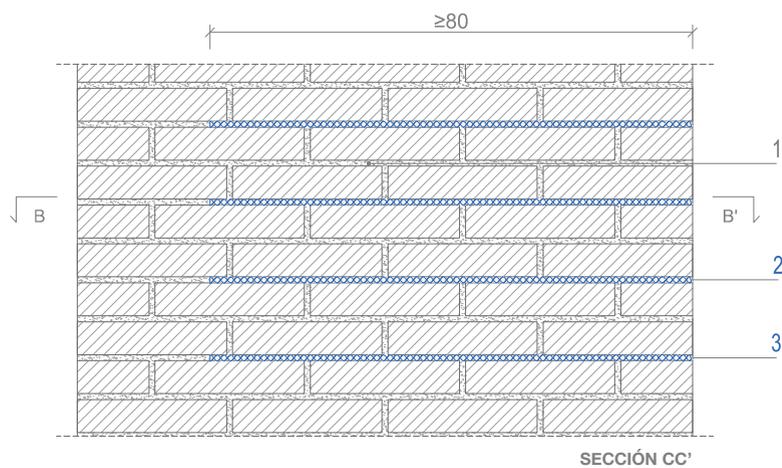
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de rejuntado armado de muros de albañilería “cara vista” puede realizarse mediante el uso de barras helicoidales de acero inoxidable en combinación con el mortero **PLANITOP HDM RESTAURO**, **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE**.

Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar mecánicamente el mortero de rejuntado presente en las juntas (foto A).
- Eliminar el polvo con aire comprimido (foto B).
- Lavar con agua a baja presión las superficies afectadas por la intervención (foto C).
- Cortar la barra helicoidal **MAPEI STEEL BAR** con ayuda de una amoladora a la longitud deseada para realizar la intervención (foto D).
- Rellenar las juntas con el mortero **PLANITOP HDM RESTAURO** o **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).
- Insertar a lo largo de la junta **MAPEI STEEL BAR** (foto F).
- Una vez realizada la inserción de **MAPEI STEEL BAR**, rellenar la junta con el mismo mortero **PLANITOP HDM RESTAURO**, **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto G, H).





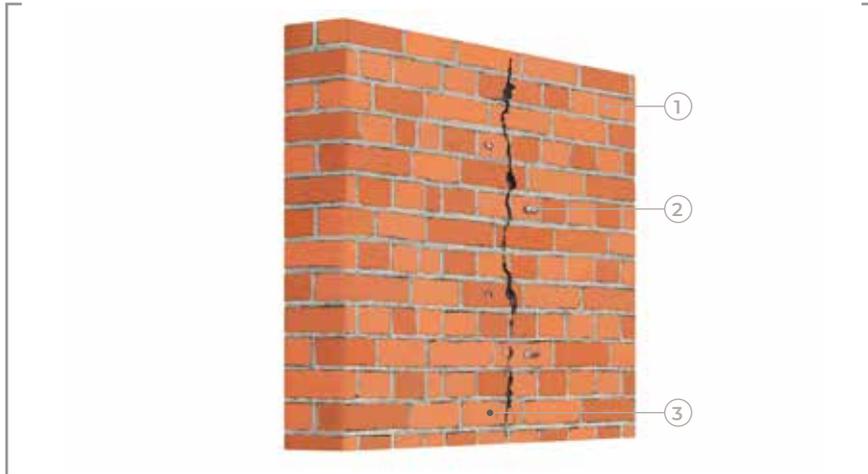
NOTAS

1. MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO está disponible en 7 colores.
2. Como alternativa a MAPEWALL MURATURA FINE es posible utilizar MAPEWALL MURATURA GROSSO y MAPEWALL INTONACA & RINFORZA.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE ALBAÑILERÍA “CARA VISTA” COSIDO EN SECO MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE MAPEI STEEL DRY



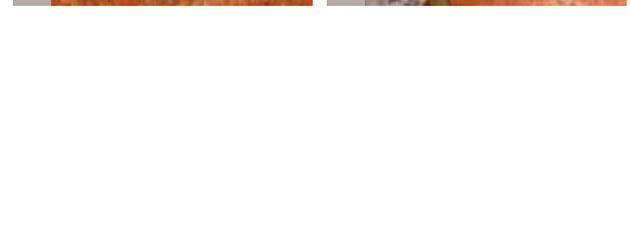
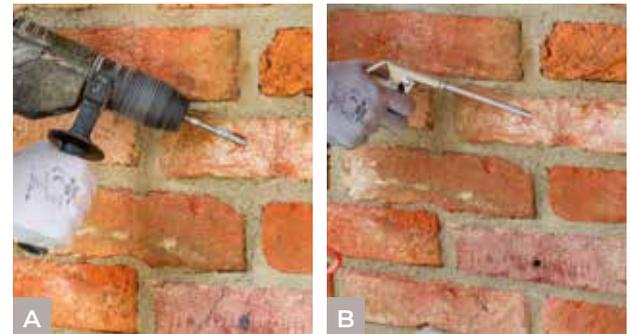
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

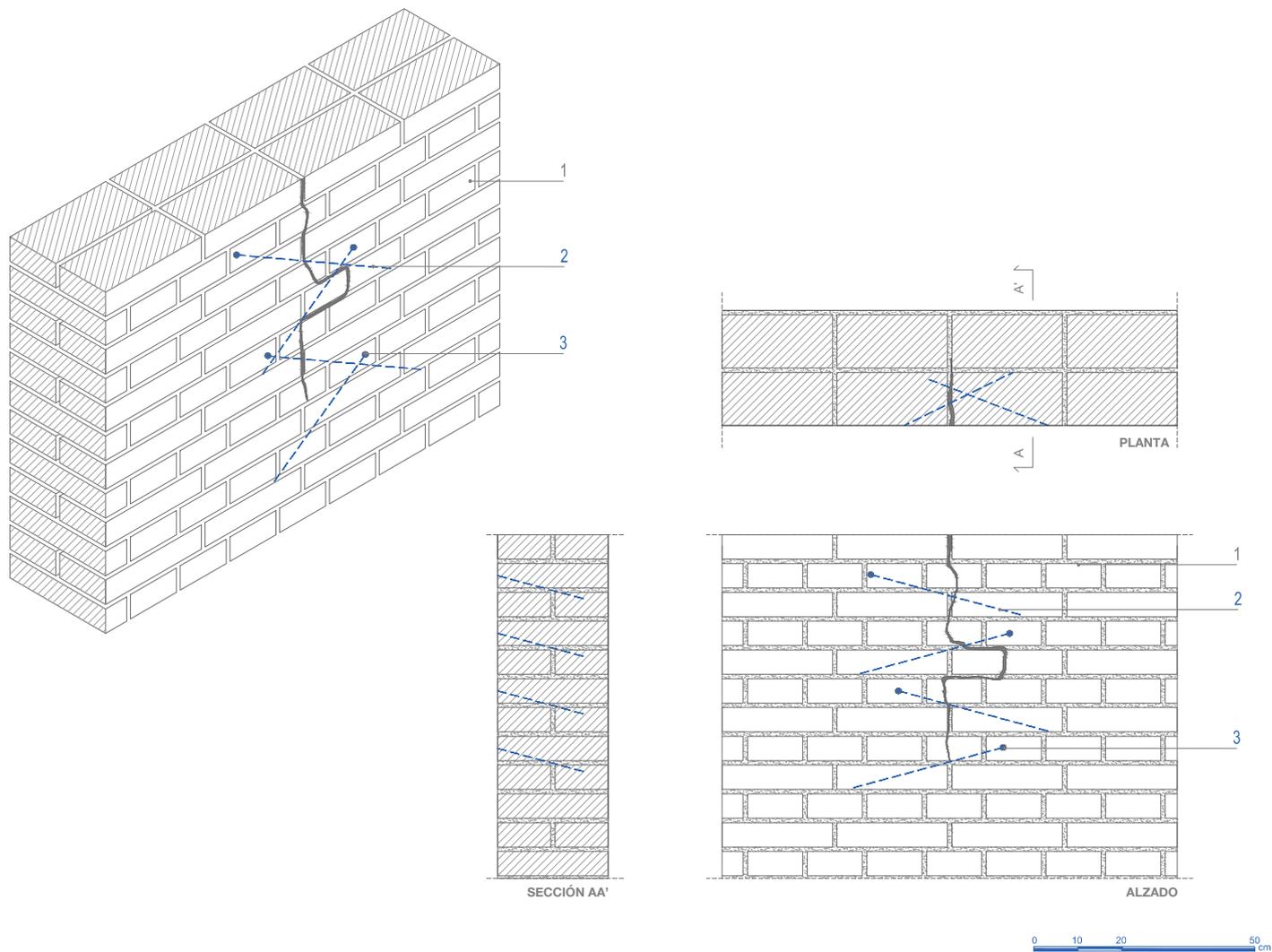
El cosido de lesiones en muros de albañilería “cara vista” puede realizarse con barras helicoidales de acero inoxidable AISI 316 de altísima resistencia **MAPEI STEEL DRY 316**, insertadas en seco y dispuestas de forma cruzada y escalonada a lo largo de la lesión.

Antes de proceder al cosido, y en función del alcance de la lesión, es posible realizar la inyección (FICHA 4.A).

Una vez concluida dicha operación, se procederá del modo siguiente:

- Partir desde un lado de la albañilería afectada por la lesión y realizar perforaciones de un diámetro menor al de la barra helicoidal que se va a insertar, hasta alcanzar el otro lado (foto A).
- Eliminar todo el material no cohesionado presente en el interior de toda la longitud de las perforaciones con aire comprimido (foto B).
- Insertar, en cada una de las perforaciones, la barra **MAPEI STEEL DRY 316** con ayuda de las herramientas adecuadas. La barra deberá ser introducida en el agujero mediante percusión hasta su total inserción dentro del mismo (foto C).
- La barra deberá quedar totalmente insertada dentro del agujero (foto D).
- Una vez insertada la barra helicoidal, rellenar el agujero con el mortero **PLANITOP HDM RESTAURO** (foto E).





↓ NOTAS

1. Tanto el diámetro como la disposición, la profundidad y el formato de las barras de acero inoxidable **MAPEI STEEL DRY** deberán ser debidamente definidos durante la fase de proyecto.

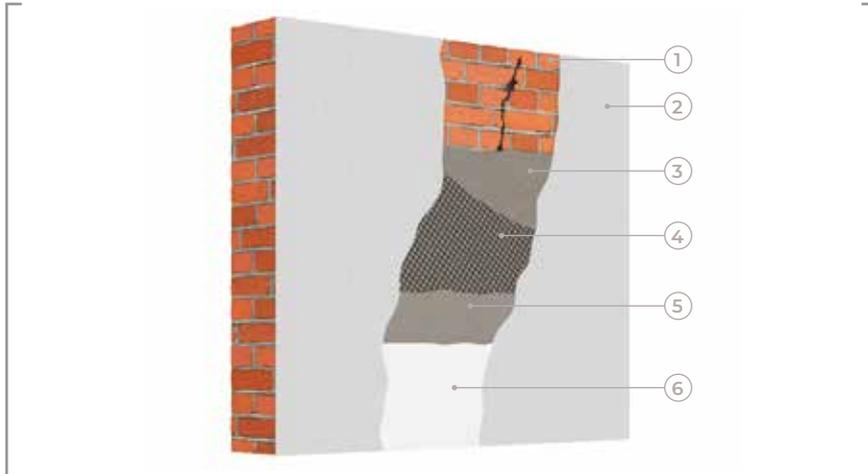
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REPARACIÓN DE LESIONES EN MUROS DE CARGA

REPARACIÓN LOCALIZADA DE LESIONES CON FRCM SYSTEM



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | REVOQUE EXISTENTE
- 3 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 4 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 5 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 6 | ENLUCIDO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

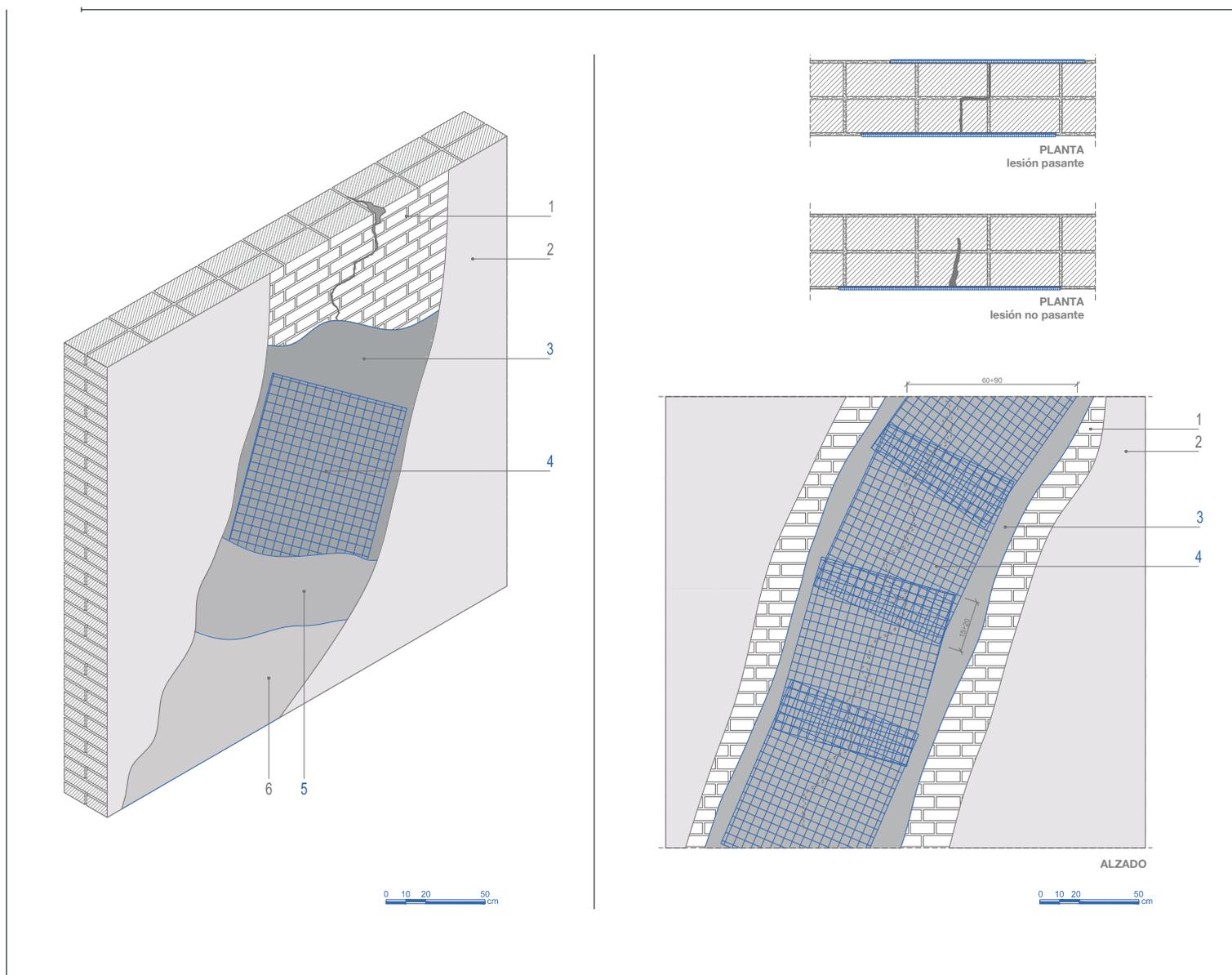


La intervención de reparación localizada de lesiones en muro de carga (piedra, ladrillos, toba) se puede realizar mediante un «enlucido armado localizado de bajo espesor» con las mallas de la gama **FRCM SYSTEM (MAPEGRID B 250 o MAPEGRID G 220)**, en combinación con morteros bicomponentes fibrorreforzados de elevada ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**).

Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar el revoque existente a ambos lados de la lesión (tanto en un muro vertical como en el intradós de bóvedas), en un área de unos 60-90 cm de ancho, para conformar el área de intervención. Si fuera necesario, prever inyecciones de consolidación (FICHA 4.A) (foto A).
- Lavar con agua a baja presión la superficie afectada por la intervención (foto B).
- Aplicar una primera capa de mortero bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad **PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** de 5-6 mm de espesor (foto C).
- Colocar sobre la capa de mortero fresco, la malla estructural de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** o de fibra de basalto **MAPEGRID B 250** a ambos lados de la lesión, procurando que las piezas consecutivas se solapen unos 15 cm (foto D).
- Aplicar, en las zonas en las que se haya colocado la malla, una segunda capa de **PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** de 5-6 mm de espesor, mientras que la primera permanezca aún fresca (foto E).
- Esperar el tiempo de curado del mortero y proceder a enlucir con los enlucidos de la línea **PLANITOP** o bien de la gama **MAPE-ANTIQUÉ** (foto F).





NOTAS

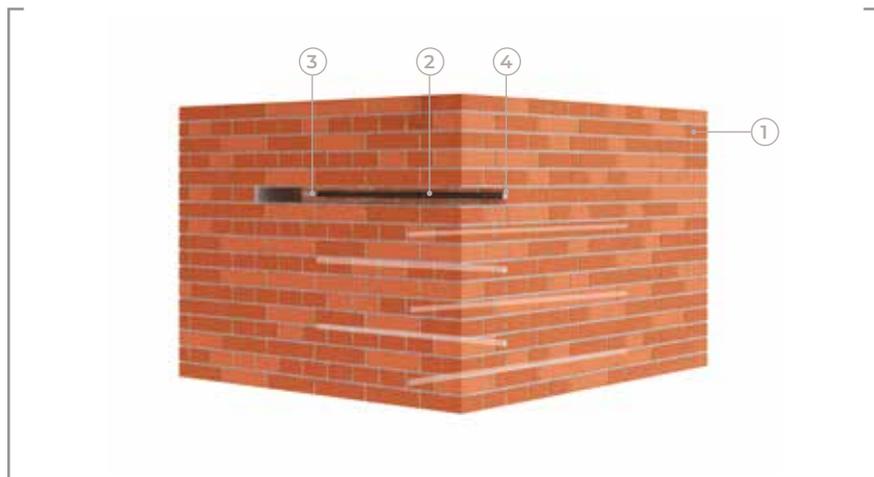
1. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** y la malla de fibra de basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** mortero premezclado bicomponente, de elevada ductilidad, a base de cal hidráulica (NHL) y Eco-Puzolana; recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar unas características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
4. **PLANITOP HDM RESTAURO** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-1 y UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M15.
5. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
6. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25, así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



CONEXIONES DE MUROS DE ALBAÑILERÍA NO TRABADOS ENTRE SÍ COSIDOS ARMADOS REALIZADOS MEDIANTE LA INYECCIÓN DE LECHADA FLUIDA EN EL INTERIOR DE TUBOS DE FIBRA DE CARBONO: CARBOTUBE



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | CARBOTUBE
- 3 | MAPE-ANTIQUÉ I-15 O MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA
- 4 | MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO O MAPEWALL MURATURA FINE

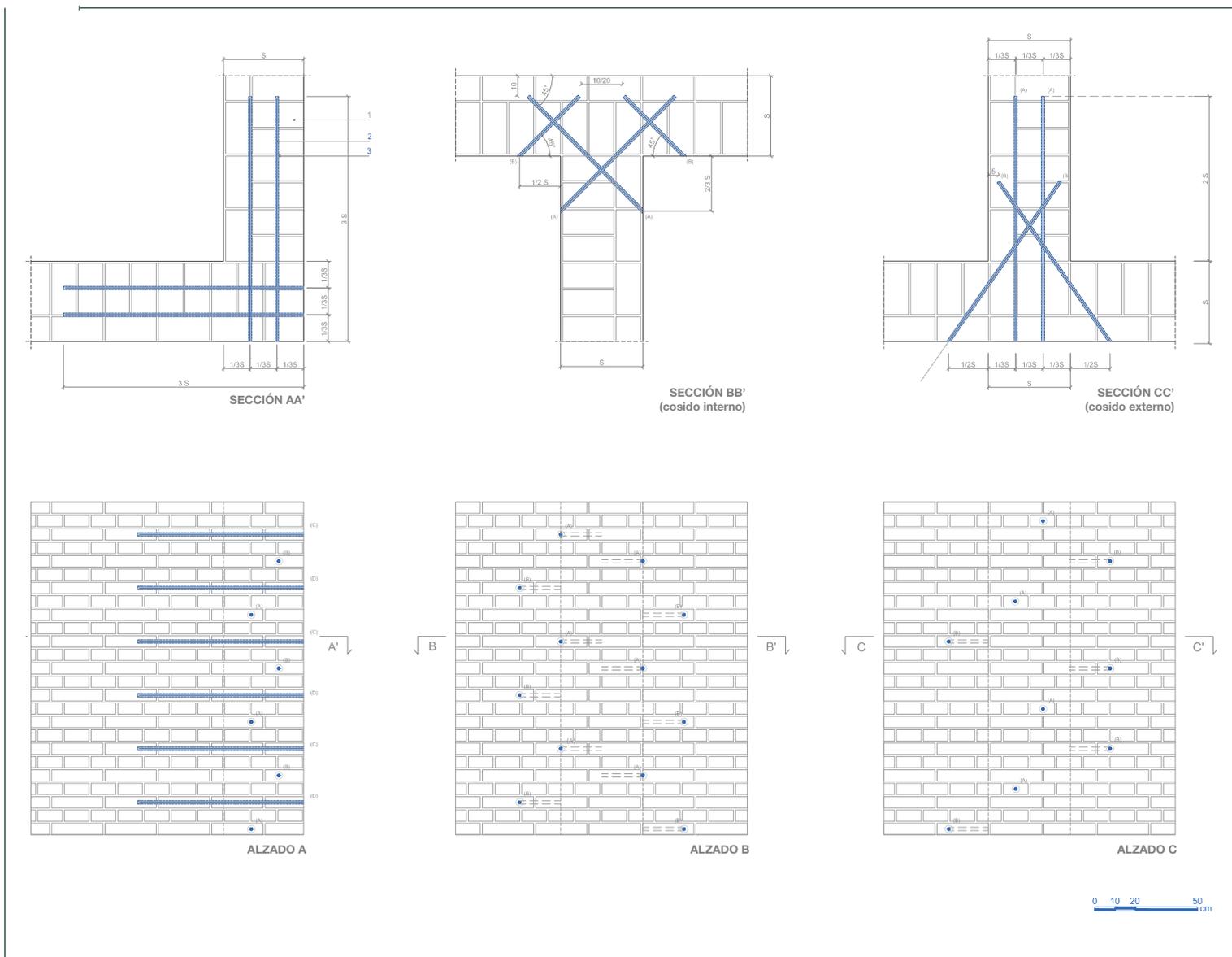
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Para garantizar un comportamiento monolítico del edificio de albañilería, es posible crear o mejorar la conexión entre los muros de esquina o entre los muros en T, para evitar su desplome, realizando cosidos armados con **CARBOTUBE**.

Se puede proceder del modo siguiente:

- Realizar perforaciones, de acuerdo con el esquema elegido en la fase de proyecto, al encuentro del paramento a conectar (foto A).
- Realizar perforaciones de $\varnothing 24$ mm (para alojar las "armaduras" y la posterior inyección) perpendiculares al muro o ligeramente inclinados (es aconsejable una inclinación de 5° para facilitar la salida de la lechada de inyección sobrante).
- Eliminar con aire comprimido todo el material no cohesionado presente en toda la longitud del interior de las perforaciones (foto B).
- Rellenar las juntas de la albañilería con un mortero de características físico-mecánicas similares al existente, tipo **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto C).
- Lavar con agua a baja presión la superficie interior del agujero (foto D).
- Retirar la película protectora (peel-ply) del **CARBOTUBE** (foto E).
- Colocar el INYECTOR $\varnothing 23$ mm provisto de una válvula antirretorno en un extremo del **CARBOTUBE** (foto F).
- Insertar el **CARBOTUBE** dentro de las perforaciones realizadas (foto G).
- Fijar el INYECTOR $\varnothing 23$ mm de tal modo que permita, gracias a su forma, la salida de aire durante la inyección (foto H).
- Preparar la lechada con el aglomerante **MAPE-ANTIQUÉ I-15** o, como alternativa, con **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** para la posterior inyección (foto I).
- Retirar los INYECTORES $\varnothing 23$ mm y rellenar los agujeros con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto J).





NOTAS

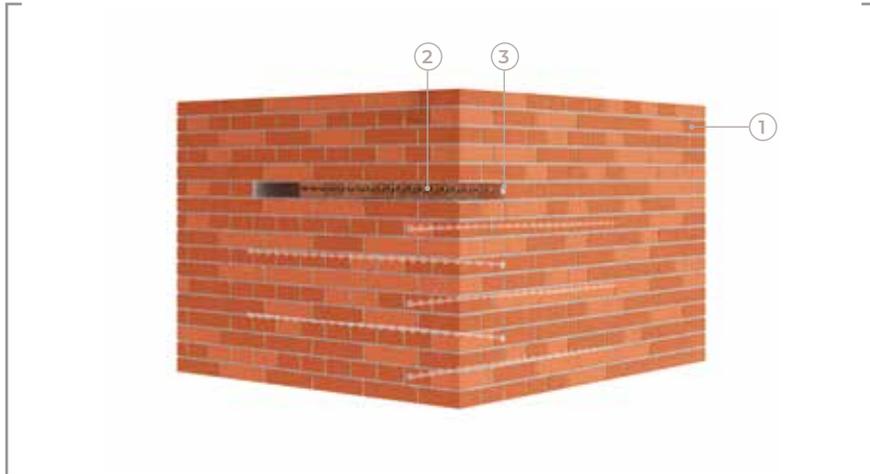
1. Tanto la disposición, como la profundidad y el formato de los tubos **CARBOTUBE** deberán ser debidamente definidos durante la fase de proyecto.
2. **MAPE-ANTIQUÉ I-15** Aglomerante hidráulico y filerizado, resistente a las sales, a base de cal y Eco-puzolana, EXENTO de cemento, para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería, está específicamente recomendado para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales), con el fin de garantizar unas características mecánicas y fisicoquímicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
3. Como alternativa a **MAPE-ANTIQUÉ I-15** es posible utilizar **MAPE-ANTIQUÉ I** o **MAPE-ANTIQUÉ F21**.
4. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Aglomerante inorgánico reactivo, a base de cal hidráulica natural, con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles (VOC), para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



CONEXIONES DE MUROS DE ALBAÑILERÍA NO TRABADOS ENTRE SÍ COSIDO EN SECO MEDIANTE BARRAS HELICOIDALES DE ACERO INOXIDABLE: MAPEI STEEL DRY



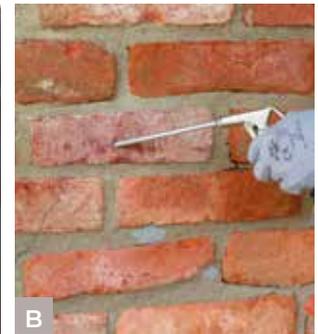
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

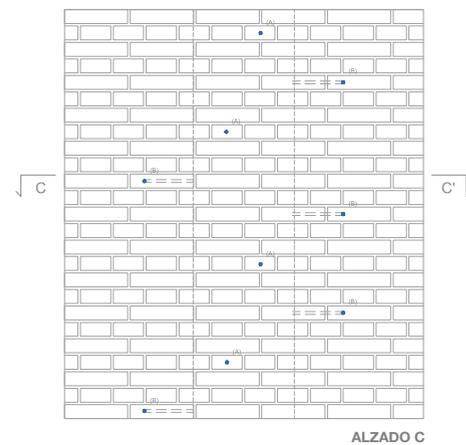
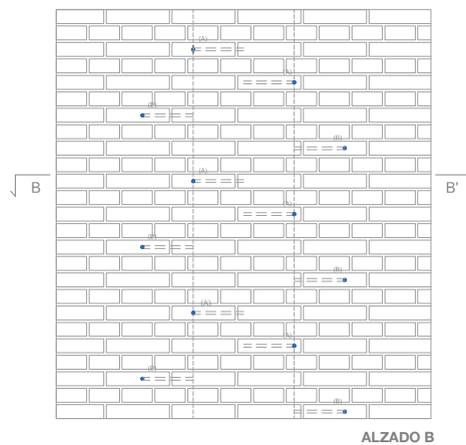
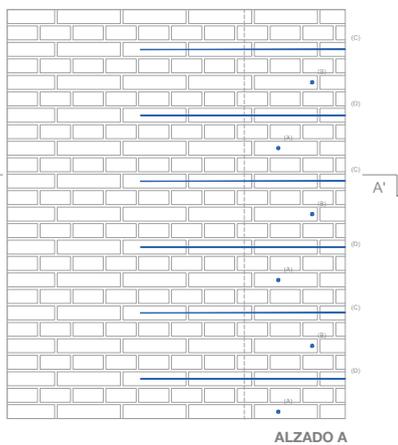
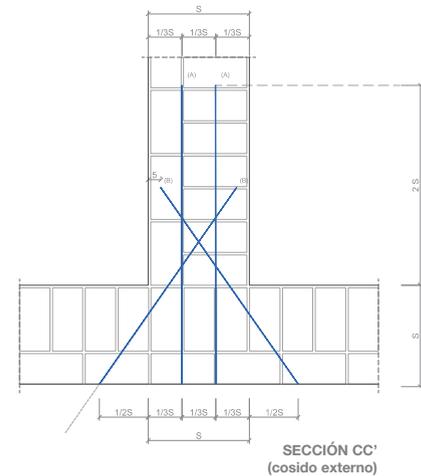
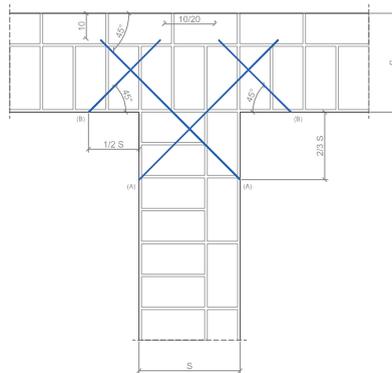
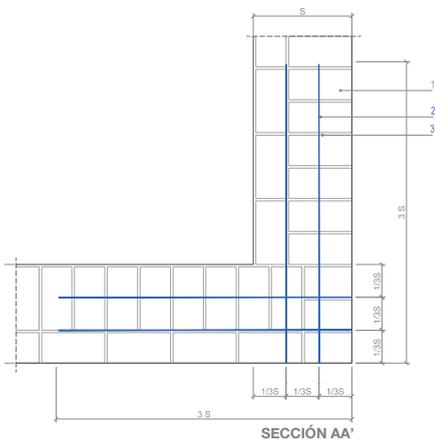


Para garantizar un comportamiento monolítico del edificio de albañilería, es posible crear o mejorar la conexión entre los muros de esquina o entre los muros en T, para evitar su desplome, mediante la ejecución de cosidos armados en seco con **MAPEI STEEL DRY 316**.

Se puede proceder del modo siguiente:

- Realizar perforaciones según el esquema elegido al encuentro del paramento a conectar. El diámetro del agujero deberá ser menor que el de la barra helicoidal que se vaya a insertar. La longitud de la perforación será igual o mayor que la longitud total de la barra de cosido (foto A).
- Eliminar con aire comprimido todo el material no cohesionado presente en toda la longitud del interior de las perforaciones (foto B).
- Detalle herramientas para inserción de **MAPEI STEEL DRY 316** (foto C).
- Insertar la barra **MAPEI STEEL DRY 316** en el interior del agujero. La barra deberá ser introducida en la perforación mediante percusión hasta su total inserción dentro de la misma. (foto D).
- Rellenar el agujero, una vez completada la inserción de la barra helicoidal, con el mortero **MAPE-ANTIQUE ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).





NOTAS

1. Tanto el diámetro como la disposición y la profundidad de las barras de acero inoxidable MAPEI STEEL DRY deberán ser debidamente definidos durante la fase de proyecto.

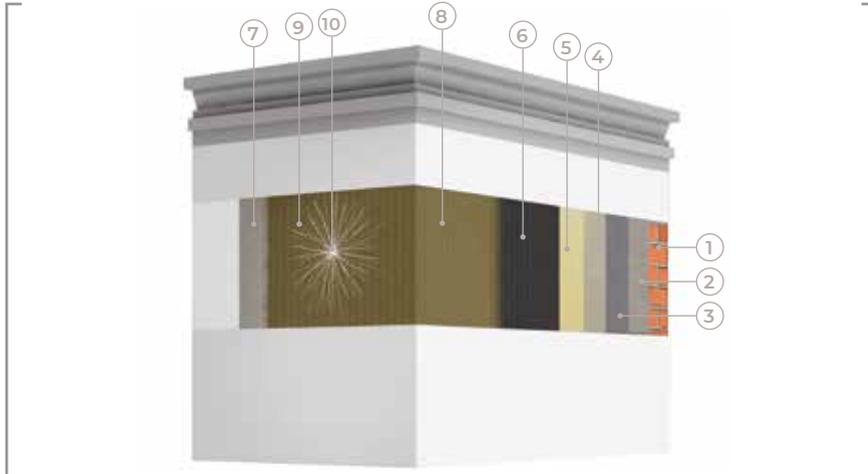
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DEL FORJADO EN EL PLANO DE FACHADA CON FRP

ENFAJADO DEL PLANO DE FACHADA CON FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- ←
- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
 - 2 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
 - 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 4 | MAPEWRAP 11/12
 - 5 | MAPEWRAP 31
 - 6 | MAPEWRAP UNI-AX
 - 7 | QUARZO 1,2
 - 8 | MAPEWRAP 31
 - 9 | MAPEWRAP FIOCCO
 - 10 | MAPEFIX VE SF

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Para garantizar un comportamiento monolítico del edificio de albañilería, es posible realizar un zunchado externo (incluso parcial) a la altura de los forjados de planta o bajo la cubierta del edificio, utilizando tejidos de la gama **FRP SYSTEM**. En las áreas donde esté prevista la intervención, se deberá eliminar el revoque, redondear las aristas vivas de la albañilería con un radio de curvatura de 20 mm y proceder a su posterior limpieza. En el caso de superficies irregulares, será necesario realizar una capa de regularización con morteros fibrorreforzados bicomponentes de alta ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO**) con un espesor de 5-6 mm. Una vez curado el mortero, se podrá proceder a la aplicación de los tejidos mediante zunchado continuo o incluso parcial, como se describe a continuación:

→ Aplicar sobre la capa de regularización el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).

→ Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).

→ Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).

→ Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** a la longitud deseada.

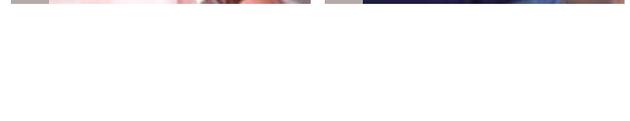
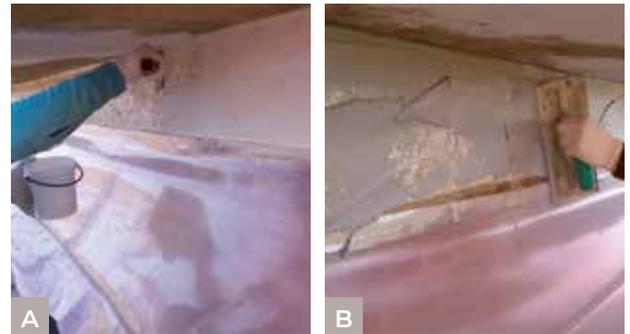
→ Aplicar **MAPEWRAP C UNI-AX**, procurando superponer el tejido al menos 20 cm, y presionarlo con ayuda del **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar las eventuales burbujas de aire (foto D).

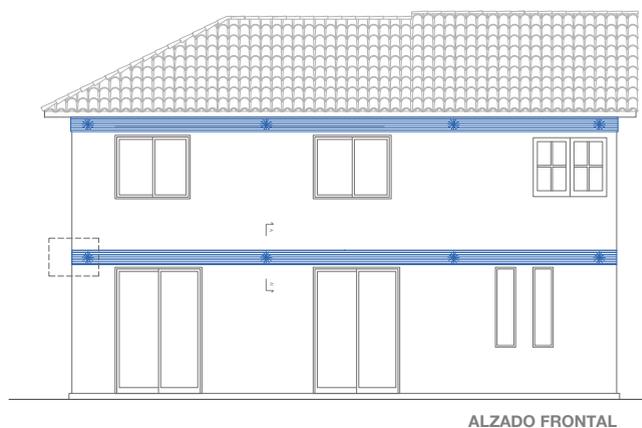
→ Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto E).

→ Espolvorear arena de **QUARZO 1,2** seca sobre la resina todavía fresca.

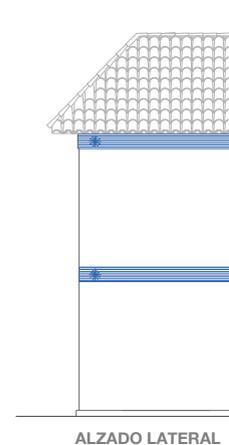
Coincidiendo con los cambios de dirección del tejido **MAPEWRAP C UNI-AX** y las aristas de la estructura, es recomendable aplicar conexiones transversales, tipo **MAPEWRAP FIOCCO** (FICHA 8.A). Este sistema garantiza la anulación de eventuales fenómenos de "debonding" (desprendimiento) e incrementa, además, la eficacia estática del refuerzo aplicado.

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.

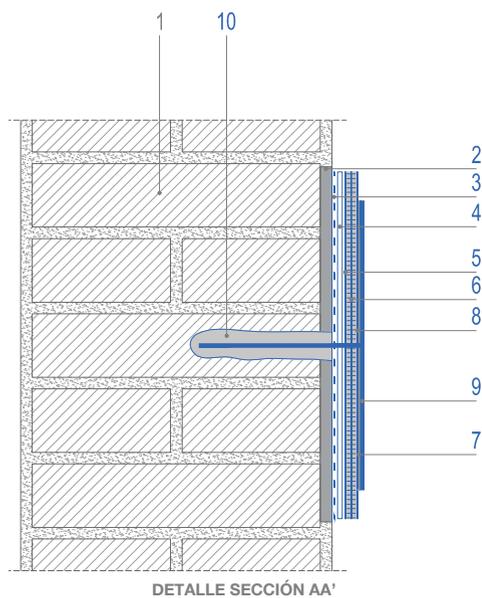




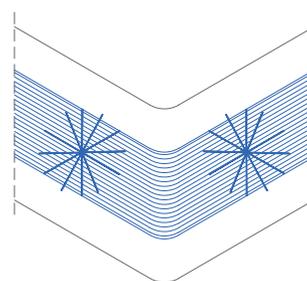
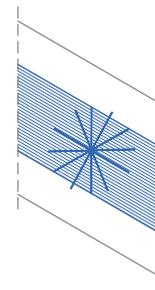
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL



DETALLE SECCIÓN AA'

DETALLE
AXONOMETRÍA ÁNGULODETALLE
AXONOMETRÍA MURO

NOTAS

1. A través del software **MAPEI FRP FORMULA**, de conformidad con el **CNR DT 200 italiano**, es posible definir las características del tejido **MAPEWRAP UNI-AX** (tipo de fibra, gramaje, módulo elástico, dimensiones y número de capas).
2. Tanto el número, como el tipo y el diámetro y demás dimensiones de las conexiones transversales mediante **MAPEWRAP FIOCCO** deberán ser definidos durante la fase de proyecto.

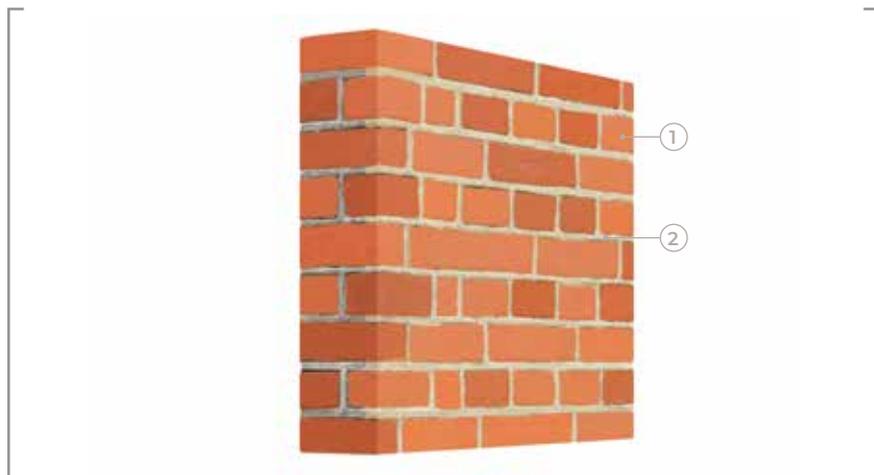
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE MURO DE CARGA

RESTAURACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA MEDIANTE EL RELLENO DE LAS JUNTAS DE MORTERO



PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Para el rejuntado de muros de carga de piedra, ladrillo, toba o mixtos, incluso de valor histórico y artístico, se procederá tal y como se indica a continuación:

- Preparar el soporte, mediante el vaciado de las juntas de mortero, de manera manual o con medios mecánicos, hasta obtener un soporte saneado y compacto, sin partes sueltas ni friables, polvo y moho, y sin afectar a la integridad del muro.
- Realizar a continuación el lavado con agua a baja presión del muro, con el fin de eliminar eventuales eflorescencias y sales solubles presentes en la superficie.
- Proceder a la saturación con agua del soporte, con el fin de impedir que éste pueda sustraer agua al mortero, perjudicando así las prestaciones finales. Eliminar el posible exceso de agua con aire comprimido.

→ Extender **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE** en varias capas, en función de la profundidad y de la anchura de las juntas a rellenar, ejerciendo una ligera presión para facilitar la adherencia al soporte (fotos A y B). Retirar el exceso de mortero inmediatamente después de la aplicación, también de los elementos constructivos del muro (fotos C y D).

En el caso de muros de albañilería "cara vista", realizar el lavado de las juntas de mortero con una esponja humedecida. Prever la posible aplicación de un tratamiento transparente, transpirable e hidrorrepelente adecuado.

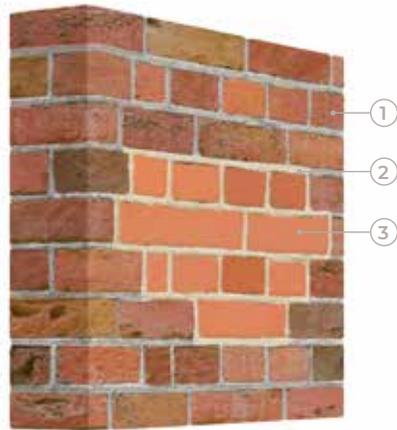


↓ NOTAS

1. MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO está disponible en 7 colores.
2. Como alternativa a MAPEWALL MURATURA FINE es posible utilizar MAPEWALL MURATURA GROSSO y MAPEWALL INTONACA & RINFORZA.

REFUERZO DE MURO DE CARGA

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO MEDIANTE LA TÉCNICA DEL “REMIENDO” O DE LA “SUSTITUCIÓN”



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO
- 3 | LADRILLOS NUEVOS

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



La reparación de los muros de albañilería mediante la técnica del “remiendo” y de “sustitución” es necesaria cuando el paramento mural está especialmente degradado o le faltan elementos constructivos (piedras, ladrillos o toba), o bien existen lesiones, discontinuidades y, en general, siempre que partes del mismo presenten problemas de cohesión.

Una vez asegurada la estructura mediante las operaciones provisionales adecuadas, proceder del modo siguiente:

- Eliminar los elementos constructivos irregulares y/o poco cohesionados.
- Realizar el “remiendo” del paramento mural afectado por la presencia de lesiones y discontinuidades, partiendo de arriba hacia abajo, mediante la eliminación tanto de los elementos constructivos especialmente degradados y/o dañados y del mortero de rejuntado existente que ya no sea idóneo, como de todo cuanto pueda afectar o perjudicar a la restauración de la albañilería (foto A). Durante esta fase, guardar los elementos constructivos íntegros que puedan ser utilizados en las operaciones de reparación y “cosido” de la estructura. Sobre el muro a reparar dejar, asimismo, un contorno irregular que permita la correcta unión de los nuevos elementos a los ya existentes.
- Llevar a cabo la limpieza de los planos de apoyo y unión, mediante el hidrolavado a muy baja presión, con el fin de facilitar una adecuada adherencia del mortero al soporte.
- Realizar el “cosido” o el “remiendo” del paramento mural, creando en primer lugar el “lecho de colocación” mediante la utilización de **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, de **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto B) y colocando, seguidamente, los elementos constructivos, (originales previamente retirados, o nuevos compatibles por forma y tamaño con los originales, para evitar la aparición de incompatibilidades fisicoquímicas), ejerciendo una ligera presión con el fin de unir las partes de nueva construcción a las ya existentes (foto C). Retirar el mortero sobrante con una paleta.

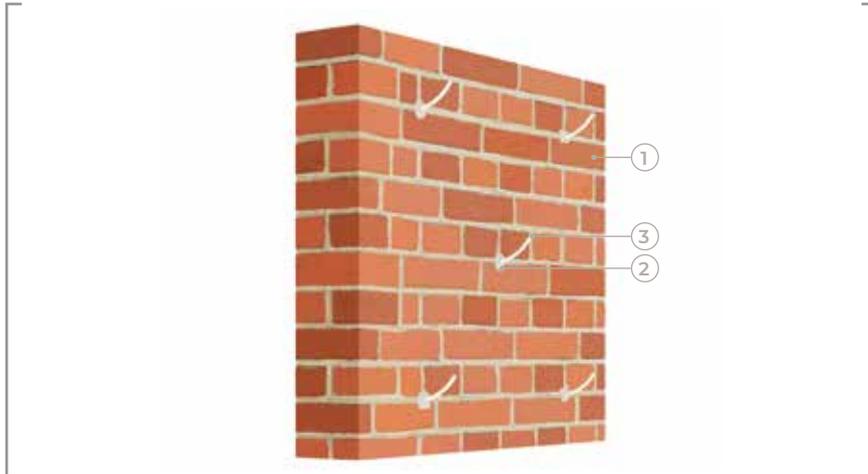


NOTAS

1. **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** está disponible en 7 colores.
2. Como alternativa a **MAPEWALL MURATURA FINE** es posible utilizar **MAPEWALL MURATURA GROSSO** y **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**.

REFUERZO DE MURO DE CARGA

CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO MEDIANTE INYECCIÓN DE LECHADAS SUPERFLUIDAS



PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



Para la consolidación de muros de mampostería irregulares y/o no cohesionados, prever el uso de lechadas de inyección superfluidas, volumétricamente estables y resistentes a las sales, fáciles de inyectar con bombas mecánicas manuales o electrónicas o mediante vertido, mediante el siguiente procedimiento:

→ Preparar el soporte, rellenando y "sellando" todas las posibles fisuras y discontinuidades presentes en el muro y que podrían provocar la fuga de la lechada, utilizando para ello **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE**.

→ Efectuar, con un taladro de rotación, perforaciones de 20-40 mm de diámetro y de una profundidad aproximada de 2/3 del espesor del muro, preferentemente en los vértices de una retícula de malla de 50x50 cm. Cuando el espesor del muro sea superior a 60 cm, es preferible efectuar las perforaciones en ambos lados (foto A).

→ Fijar los tubos o inyectores a través de los cuales se inyectará la lechada **MAPE-ANTIQUÉ I-15** o, como alternativa, **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA**, con un mortero de la línea **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (fotos B y C).

→ El día anterior a la inyección es recomendable saturar con agua toda la estructura interna, utilizando para ello los mismos tubos e inyectores previamente fijados.

Efectuar esta operación partiendo desde los agujeros superiores. Asegurarse de que la estructura haya absorbido toda el agua inyectada antes de proceder a inyectar la lechada, realizando esta última operación de abajo hacia arriba del muro (foto D).

→ Retirar los inyectores y rellenar los agujeros con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto E).

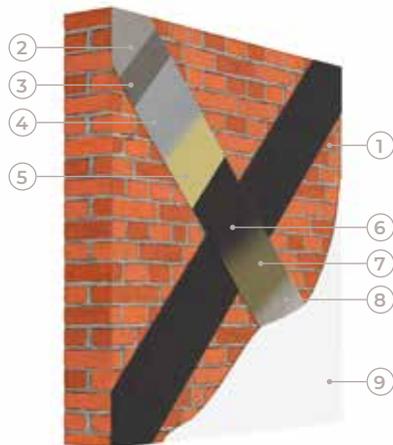


↓ NOTAS

1. **MAPE-ANTIQUE I-15** Aglomerante hidráulico y filerizado, resistente a las sales, a base de cal y Eco-puzolana, EXENTO de cemento, para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería, está específicamente recomendado para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales), con el fin de garantizar unas características mecánicas y fisicoquímicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
2. Como alternativa a **MAPE-ANTIQUE I-15** es posible utilizar **MAPE-ANTIQUE I** o **MAPE-ANTIQUE F21**.
3. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Aglomerante inorgánico reactivo, a base de cal hidráulica natural, con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles (VOC), para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería.

REFUERZO DE MURO DE CARGA

REFUERZO FRENTE A ACCIONES FUERA DEL PLANO Y EN EL PLANO DE FACHADA CON FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP 31
- 8 | QUARZO 1,2
- 9 | ACABADO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



Para la intervención de refuerzo a cortante/tracción o a flexocompresión de muros de carga (piedra, ladrillos, toba), se pueden utilizar tejidos de la línea **FRP SYSTEM**. Tras la preparación del soporte, se procederá al refuerzo de la albañilería del modo siguiente:

En el caso de que la superficie a reforzar fuera muy irregular, se recomienda realizar un enlucido de regularización a lo largo de las principales directrices de tracción, mediante una capa de morteros fibrorreforzados bicomponentes de elevada ductilidad, tipo **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO**, con un espesor de 5-6 mm. Una vez curado el mortero, se podrá proceder a la aplicación de los tejidos **MAPEWRAP**.

→ Aplicar sobre las superficies a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).

→ Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).

→ Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).

→ Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP UNI-AX** a la longitud deseada (foto D).

→ Aplicar el tejido **MAPEWRAP UNI-AX** sobre la capa de resina fresca **MAPEWRAP 31** (foto E).

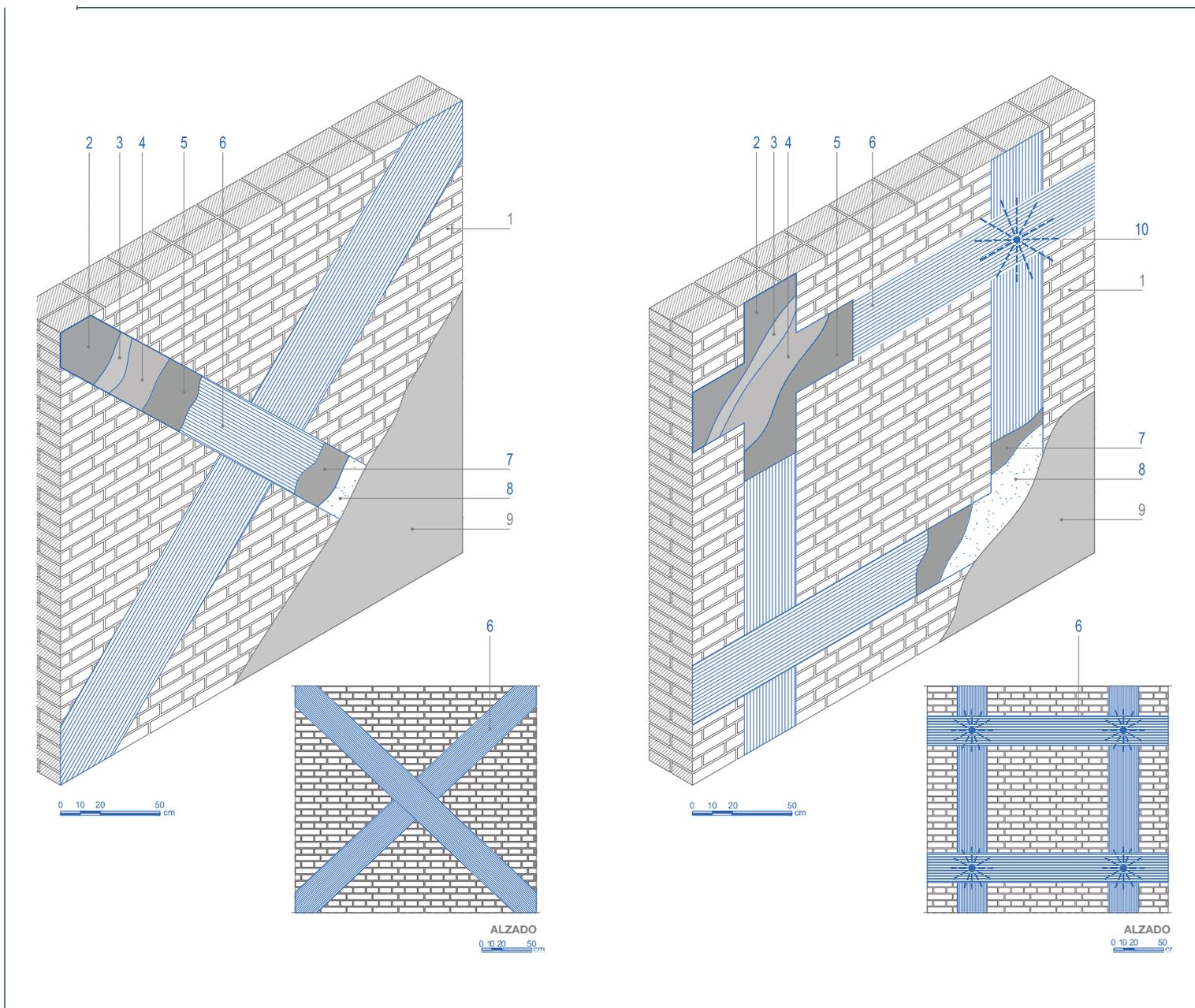
→ Presionar con el **RODILLO MAPEWRAP** sobre el tejido con el fin de eliminar las eventuales burbujas de aire (foto F).

→ Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto G).

→ Espolvorear con arena de **QUARZO 1,2** seca sobre la resina todavía fresca (foto H).

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.





↓ NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, puede optarse entre el tejido unidireccional de fibra de carbono **MAPEWRAP C UNI-AX**, de fibra de vidrio **MAPEWRAP G UNI-AX** o bien de fibra de basalto **MAPEWRAP B UNI-AX**, disponibles en varios gramajes.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** mortero premezclado bicomponente, de elevada ductilidad, a base de cal hidráulica (NHL) y Eco-Puzolana; recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar unas características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
3. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

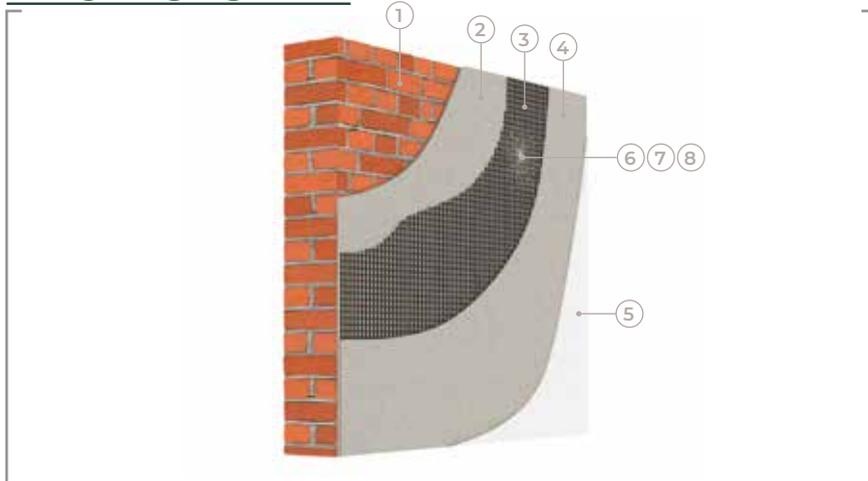
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE MURO DE CARGA

REFUERZO FRENTE A ACCIONES FUERA DEL PLANO Y EN EL PLANO DE FACHADA CON REVOQUES DE BAJO ESPESOR

FRCM SYSTEM



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 5 | ACABADO
- 6 | MAPEWRAP C/G/B FIOCCO
- 7 | MAPEFIX VE SF
- 8 | MAPEWRAP 31

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo a cortante/a tracción de muros de carga (piedra, ladrillos, toba), puede realizarse mediante un "enlucido armado de bajo espesor", utilizando las mallas de la línea **FRCM SYSTEM (MAPEGRID B 250 o MAPEGRID G 220)**, en combinación con morteros bicomponentes fibrorreforzados de elevada ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**). Tras la eliminación de los revoques existentes y la sucesiva preparación del soporte, se procederá al refuerzo de la albañilería del modo siguiente:

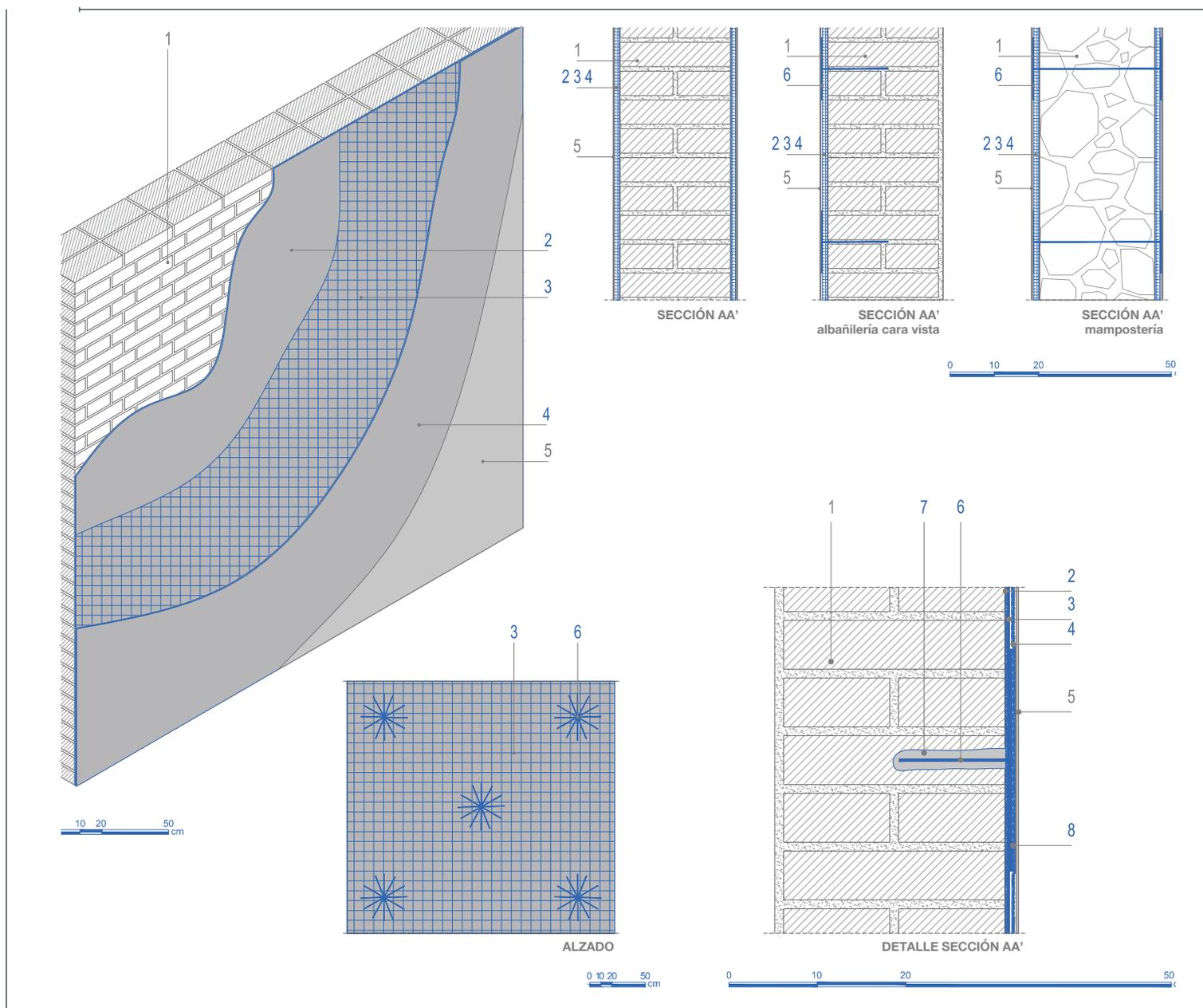
→ Regularizar los muros de albañilería con una primera capa de mortero bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**) de 5-6 mm de espesor (foto A).

→ Colocar sobre la capa de mortero fresco, la malla estructural de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** o de fibra de basalto **MAPEGRID B 250**, procurando una superposición longitudinal de las bandas consecutivas de unos 10 cm (foto B).

→ Aplicar, en las zonas en las que se haya colocado la malla, una segunda capa de **PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** de 5-6 mm de espesor, mientras la primera aún esté fresca (foto C).

En función del tipo de albañilería a reforzar, el proyectista puede decidir aplicar el sistema de refuerzo en uno o en ambos lados, o bien en un solo lado utilizando las conexiones transversales que se realizarán con **MAPEWRAP FIOCCO** (FICHA 8.A). Este sistema garantiza la anulación de eventuales fenómenos de "debonding" (desprendimiento) e incrementa, además, la eficacia estática del refuerzo aplicado.





NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** o la malla de fibra de basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** mortero premezclado bicomponente, de elevada ductilidad, a base de cal hidráulica (NHL) y Eco-Puzolana; recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar unas características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
3. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
4. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25 así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

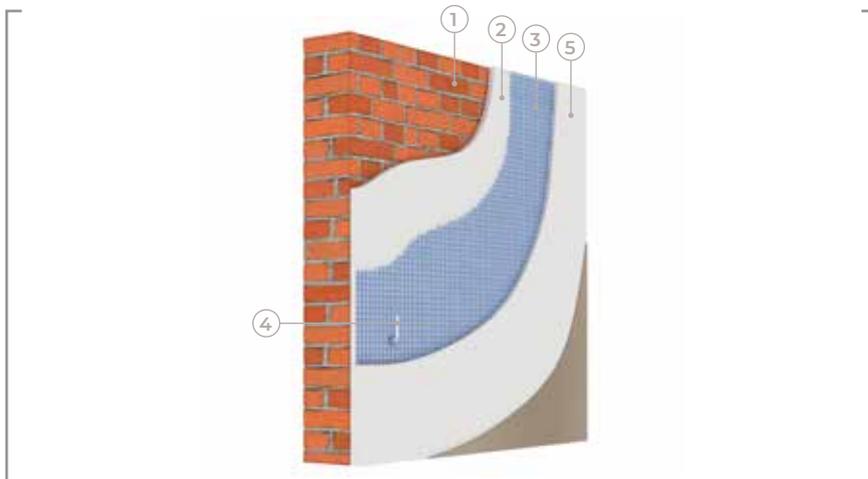
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE MURO DE CARGA

REFUERZO CON REVOQUES ARMADOS: SISTEMA MAPENET EM



- 1 | ALBAÑILERÍA EXISTENTE
- 2 | MAPEWALL INTONACA & RINFORZA O MAPE-ANTIQUÉ STRUTTURALE NHL
- 3 | MAPENET EM 30/40
- 4 | MAPENET EM CONNECTOR
- 5 | MAPEWALL INTONACA & RINFORZA O MAPE-ANTIQUÉ STRUTTURALE NHL

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



La intervención de "revoque armado" puede realizarse mediante la aplicación del sistema compuesto por un mortero premezclado, monocomponente y fibrorreforzado, de elevadas prestaciones mecánicas, a base de cal hidráulica natural, perfectamente compatible desde el punto de vista físico-mecánico con el soporte, **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** y una malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis, preimpregnada (FRP) **MAPENET EM**, que permita conferir a la estructura reforzada una elevada ductilidad así como una distribución más uniforme de las solicitaciones. Tras la preparación del soporte, que también incluirá redondear las aristas vivas de la albañilería con un radio de curvatura de 20 mm, se procederá al refuerzo del modo siguiente:

→ Realizar en el muro perforaciones de 16 mm de diámetro, con una distribución de 4 agujeros por m² (foto A).

→ Limpiar el interior de las perforaciones a lo largo de toda su longitud con aire comprimido (foto B).

→ Inyectar en los agujeros la fijación química epoxídica **MAPEFIX EP 470 SEISMIC** o **MAPEFIX EP 385-585**, o bien la fijación química a base de resina de viniléster **MAPEFIX VE SF** (foto C).

→ Insertar los conectores preformados en "L" de fibra de vidrio resistentes a los álcalis, y resina termoendurecible **MAPENET EM CONNECTOR** (foto D).

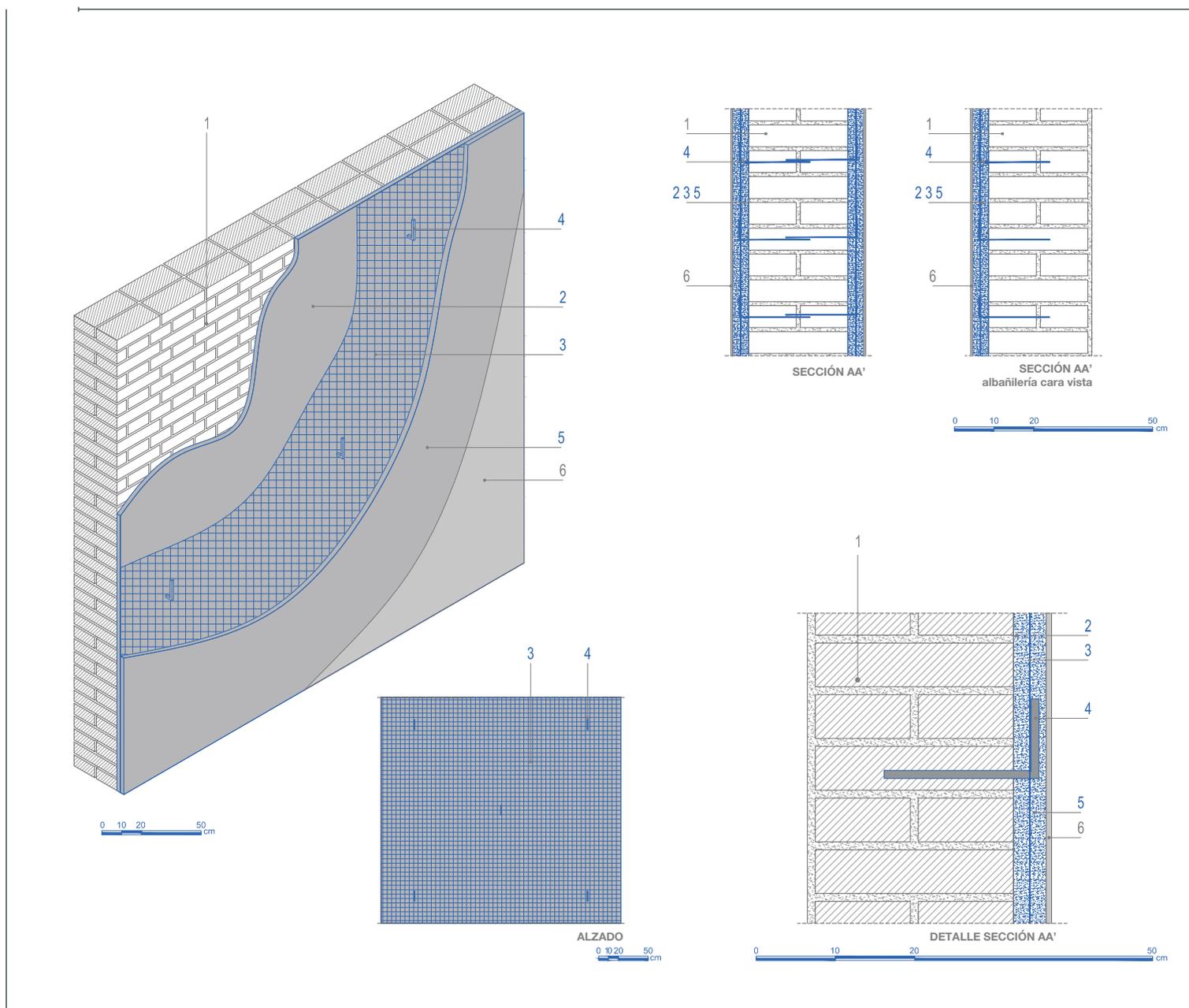
→ Regularizar toda la superficie para obtener un soporte plano, mediante el uso de **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** con un espesor mínimo de 10 mm (foto E).

→ Simultáneamente a la aplicación de la primera capa de mortero, extender la malla estructural **MAPENET EM**, garantizando una superposición longitudinal de las piezas consecutivas de unos 15 cm, debidamente colocada con los conectores en "L" previamente dispuestos. Dada la flexibilidad de la malla, es posible dar forma al refuerzo adaptándolo a la geometría del muro, sin necesidad de tener que aplicar piezas especiales (foto F).

→ Aplicar la segunda capa de **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA** (mientras la primera aún esté fresca), de tal forma que el refuerzo previamente aplicado quede completamente cubierto, con un espesor de unos 15 mm (foto G).

En función del tipo de albañilería a reforzar, el proyectista puede decidir aplicar el sistema de refuerzo en una cara del muro o en ambas.





NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPENET EM30** o **MAPENET EM40**.
2. Longitudes disponibles de **MAPENET EM CONNECTOR**: 20, 38, 50 y 70 cm.
3. Como alternativa a **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**, es posible utilizar **MAPE-ANTIQUE STRUTTURALE NHL**, mortero a base de cal hidráulica natural y Eco-Puzolana, EXENTO de cemento, y recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar una características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.

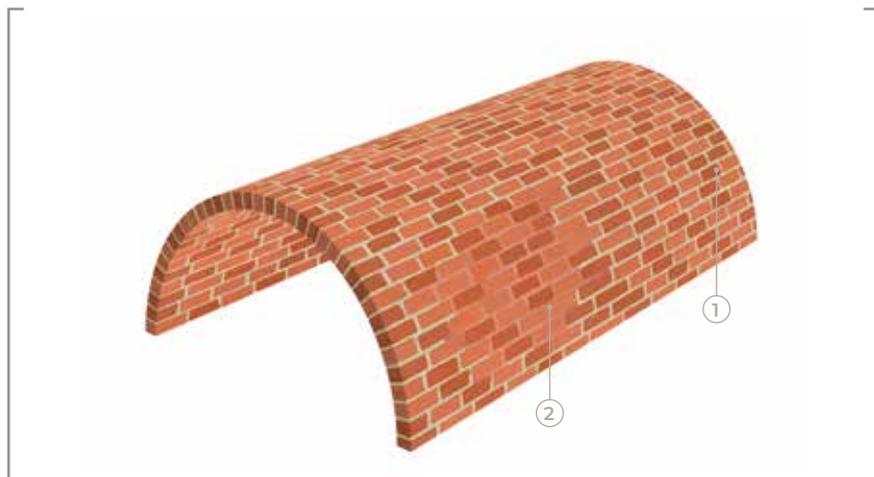
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS DE ALBAÑILERÍA

PREPARACIÓN DEL SOPORTE MEDIANTE EL RELLENO DE LAS JUNTAS DE MORTERO



- 1 | BÓVEDA EXISTENTE
- 2 | MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



Antes de proceder a la intervención de refuerzo de una bóveda o de un arco, será necesario prever obras provisionales para garantizar la seguridad de las operaciones y analizar posteriormente las superficies como se indica a continuación:

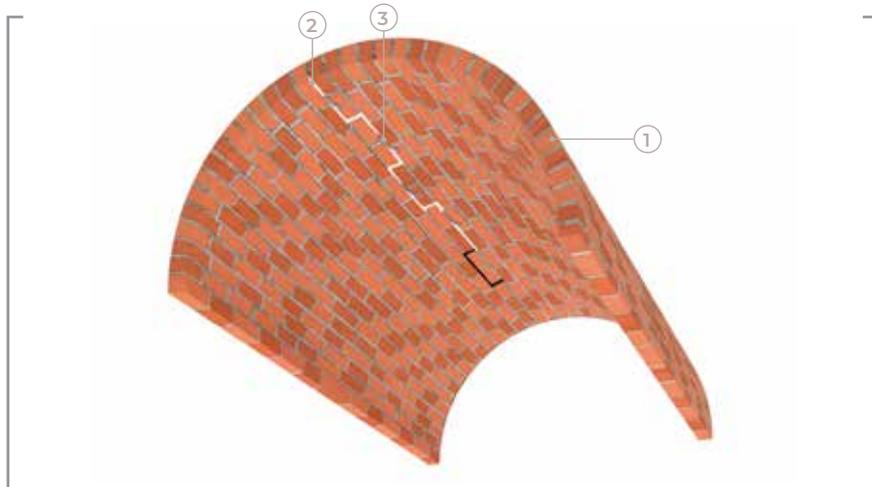
- Apuntalar el intradós de la bóveda o arco.
- Retirar los rellenos y todas las partes inconsistentes hasta obtener un soporte saneado, compacto y mecánicamente resistente, que facilite la adherencia de las sucesivas aplicaciones.
- Vaciar superficialmente las juntas de mortero degradadas hasta obtener un soporte saneado y compacto, sin partes sueltas ni friables, eflorescencias salinas, polvo y moho, sin afectar a la integridad del arco o bóveda.
- Aspirar las superficies a restaurar para eliminar por completo cualquier presencia de polvo u otros materiales sueltos.
- Realizar el hidrolavado a baja presión de la superficie con el fin de eliminar cualquier material o sustancia que pueda comprometer la adherencia de los productos que se apliquen posteriormente.
- Rellenar las juntas de mortero con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto A, B y C).



NOTAS

1. **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** está disponible en 7 colores.
2. Como alternativa a **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** es posible utilizar **MAPE-ANTIQUÉ STRUTTURALE NHL**.
3. Como alternativa a **MAPEWALL MURATURA FINE** es posible utilizar **MAPEWALL MURATURA GROSSO** y **MAPEWALL INTONACA & RINFORZA**.

REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS DE ALBAÑILERÍA CONSOLIDACIÓN Y REFUERZO MEDIANTE INYECCIÓN DE LECHADAS SUPERFLUIDAS



- 1 | BÓVEDA EXISTENTE
- 2 | MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO
- 3 | MAPE-ANTIQUÉ I-15

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

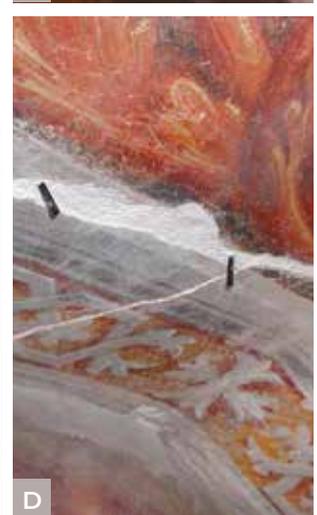


La intervención de consolidación de las lesiones en bóvedas y arcos puede realizarse tanto en el trasdós como en el intradós de los mismos mediante el uso de lechadas de inyección superfluidas, volumétricamente estables y resistentes a las sales, fáciles de inyectar con bombas mecánicas manuales o electrónicas o mediante vertido, del modo siguiente:

- A.** Preparar el soporte, rellenando y "sellando" todas las posibles fisuras y discontinuidades presentes en la bóveda o arco, que podrían provocar la fuga de la lechada, utilizando para ello **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, **MAPEWALL MURATURA FINE**.
- B.** Efectuar, con un taladro de rotación, perforaciones de 20-40 mm de diámetro.
- C.** Fijar los tubos o inyectores a través de los cuales se inyectará la lechada **MAPE-ANTIQUÉ I-15** o, como alternativa, **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA**, con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (fotos A y B).
- D.** El día anterior a la inyección es recomendable saturar con agua toda la estructura interna, utilizando para ello los mismos tubos e inyectores previamente fijados. Asegurarse de que la estructura haya absorbido toda el agua inyectada antes de proceder a inyectar la lechada, realizando esta última operación de abajo hacia arriba del arco o bóveda (foto C).
- E.** Retirar los inyectores y rellenar los agujeros con **MAPE-ANTIQUÉ ALLETTAMENTO** o, como alternativa, con **MAPEWALL MURATURA FINE** (foto D).

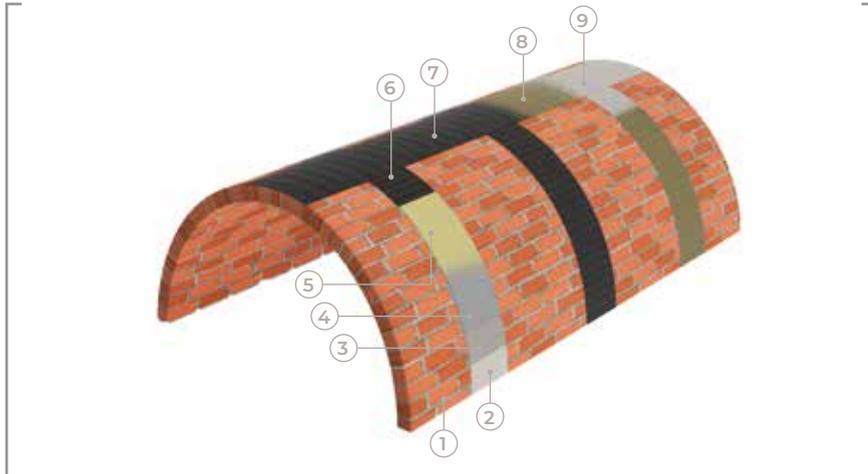
NOTAS

1. **MAPE-ANTIQUÉ I-15** Aglomerante hidráulico y filerizado, resistente a las sales, a base de cal y Eco-puzolana, EXENTO de cemento, para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería, está específicamente recomendado para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales), con el fin de garantizar unas características mecánicas y fisicoquímicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
2. Como alternativa a **MAPE-ANTIQUÉ I-15** es posible utilizar **MAPE-ANTIQUÉ I** o **MAPE-ANTIQUÉ F21**.
3. **MAPEWALL INIETTA & CONSOLIDA** Aglomerante inorgánico reactivo, a base de cal hidráulica natural, con bajísima emisión de sustancias orgánicas volátiles (VOC), para la confección de lechadas de inyección superfluidas para la consolidación de muros de albañilería.



REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS DE ALBAÑILERÍA

REFUERZO CON SISTEMA FRP: TEJIDOS MAPEWRAP SYSTEM



- 1 | BÓVEDA EXISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEWRAP PRIMER 1
- 4 | MAPEWRAP 11/12
- 5 | MAPEWRAP 31
- 6 | MAPEWRAP UNI-AX
- 7 | MAPEWRAP C QUADRI-AX
- 8 | MAPEWRAP 31
- 9 | QUARZO 1,2

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



La intervención de refuerzo estructural de una bóveda o arco, se puede ejecutar tanto en el trasdós como en el intradós mediante el uso de tejidos de la línea **FRP SYSTEM**. Tras la **preparación del soporte**, se procederá al refuerzo de la bóveda o arco a lo largo de sus directrices, del modo siguiente:

En el caso de que la superficie a reforzar fuera muy irregular, se recomienda realizar un enlucido de regularización a lo largo de las directrices de la bóveda o del arco, mediante una capa lisa de morteros fibrorreforzados bicomponentes de elevada ductilidad, tipo **PLANITOP HDM MAXI** o **PLANITOP HDM RESTAURO**, con un espesor de 5-6 mm. Una vez curado el mortero, se podrá proceder a la aplicación de los tejidos **MAPEWRAP**.

→ Aplicar sobre las superficies a reforzar el imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto A).

→ Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm de estuco epoxídico bicomponente **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto B).

→ Aplicar, sobre el estuco epoxídico aún fresco, una capa de resina epoxídica fluida para la impregnación de los tejidos **MAPEWRAP 31** (foto C).

→ Cortar con unas tijeras el tejido **MAPEWRAP** a la longitud deseada.

→ Aplicar **MAPEWRAP UNI-AX** o **MAPEWRAP C QUADRI-AX** y presionar seguidamente con el **RODILLO MAPEWRAP** con el fin de eliminar las eventuales burbujas de aire (fotos D y E).

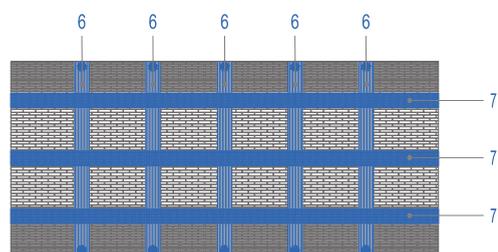
→ Aplicar una segunda capa de **MAPEWRAP 31** (foto F).

→ Espolvorear hasta saturación sobre la resina todavía fresca con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto G).

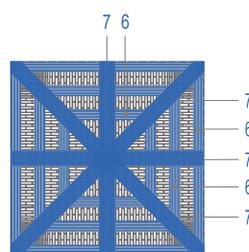
En proximidad de las impostas, se recomienda proceder a la realización de conexiones puntuales mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (FICHA 6.F) para interceptar el refuerzo aplicado. Este sistema garantiza la anulación de eventuales fenómenos de "debonding" (desprendimiento) e incrementa, además, la eficacia estática del refuerzo aplicado.

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.

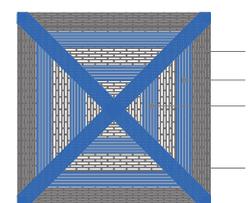




PLANTA BÓVEDA DE CAÑÓN

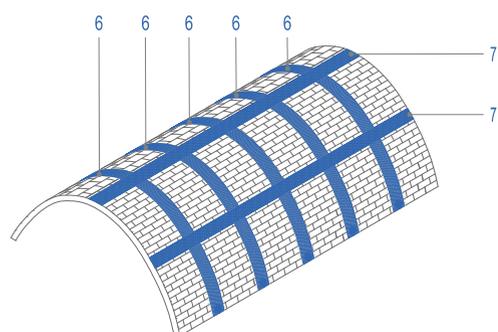


PLANTA BÓVEDA POR ARISTA

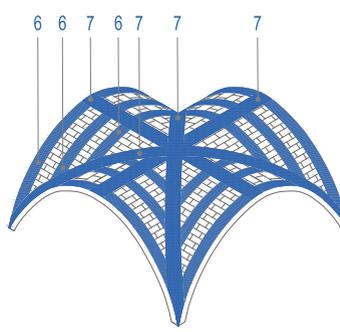


PLANTA BÓVEDA EN RINCÓN DE CLAUSTRO

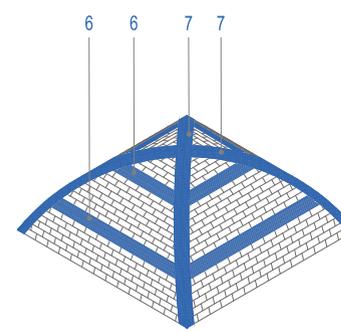
0,25-50-100m



AXONOMETRÍA BÓVEDA DE CAÑÓN

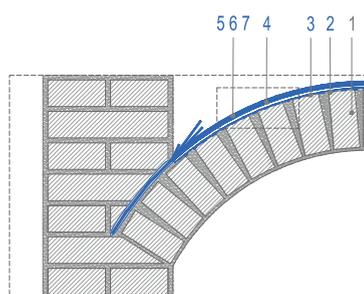


AXONOMETRÍA BÓVEDA POR ARISTA

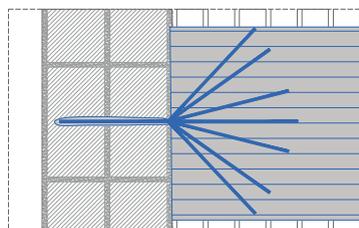


AXONOMETRÍA BÓVEDA EN RINCÓN DE CLAUSTRO

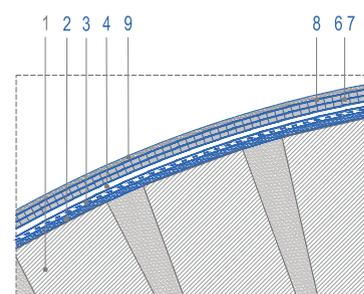
0,25-50-100m



CONEXIÓN SOBRE BÓVEDAS



DETALLE FIOCCO DE CONEXIÓN



DETALLE SISTEMA DE REFUERZO

0 10 20 50 cm

NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, el profesional puede optar entre el tejido unidireccional de fibra de carbono **MAPEWRAP C UNI-AX**, de fibra de vidrio **MAPEWRAP G UNI-AX** o bien de fibra de basalto **MAPEWRAP B UNI-AX**, todos ellos disponibles en varios gramajes.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** mortero premezclado bicomponente, de elevada ductilidad, a base de cal hidráulica (NHL) y Eco-Puzolana; recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar unas características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
3. **PLANITOP HDM RESTAURO** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-1 y UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M15.
4. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
5. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25 así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

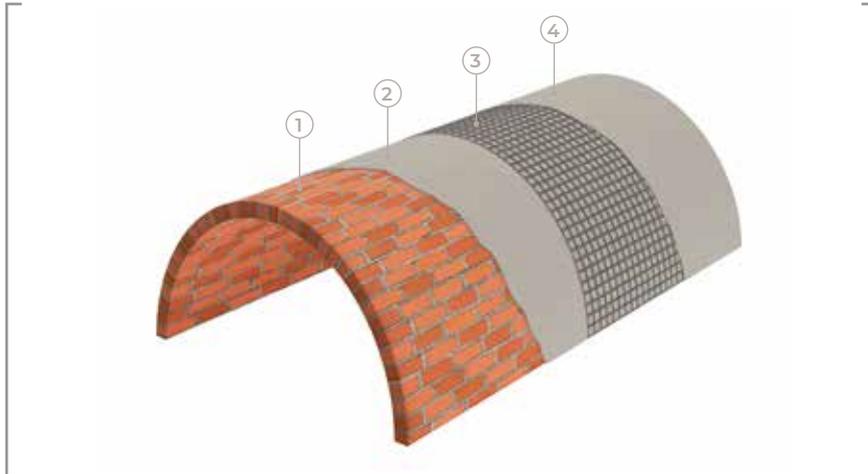
o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE ARCOS Y BÓVEDAS DE ALBAÑILERÍA

REFUERZO MEDIANTE REVOQUES ARMADOS DE BAJO ESPESOR

FRCM SYSTEM



- 1 | BÓVEDA EXISTENTE
- 2 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO
- 3 | MAPEGRID G 220 O MAPEGRID B 250
- 4 | PLANITOP HDM MAXI O PLANITOP HDM RESTAURO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



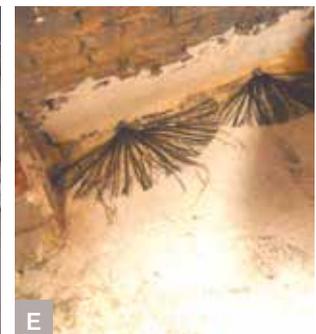
La intervención de refuerzo estructural de la bóveda o arco puede ejecutarse tanto desde el trasdós como del intradós mediante el uso de las mallas de la línea **FRCM SYSTEM (MAPEGRID B 250 o MAPEGRID G 220)**, en combinación con morteros bicomponentes fibrorreforzados de elevada ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**). Tras la preparación del soporte (FICHAS 7.A y 7.B), que incluirá la eliminación del revoque, se procederá al refuerzo de la bóveda o arco, del modo siguiente:

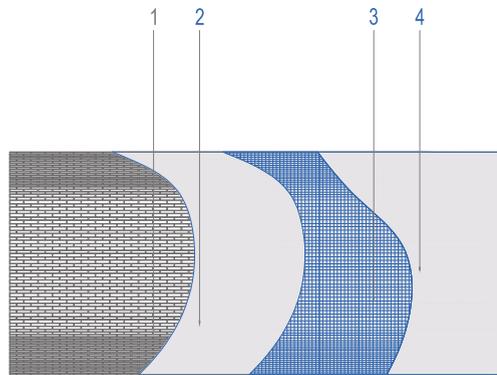
→ Regularizar toda la superficie del trasdós/intradós de la bóveda o arco, con el fin de obtener una capa uniforme, mediante el uso de morteros bicomponentes fibrorreforzados de elevada ductilidad (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO** con un espesor de 5-6 mm (incluidos los posibles arcos extradadales u otros elementos de refuerzo) (foto A).

→ Colocar sobre la capa de mortero fresco, la malla estructural de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** o de fibra de basalto **MAPEGRID B 250**. Procurar que el sistema de refuerzo remonte las paredes verticales al menos 40 cm. Los trozos de malla consecutivos deberán ir unidos y solaparse unos 15 cm (foto B).

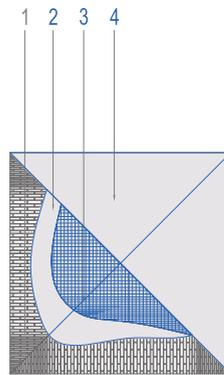
→ Aplicar, en todo el desarrollo de la bóveda o arco, la segunda capa de (**PLANITOP HDM MAXI o PLANITOP HDM RESTAURO**), de 5-6 mm de espesor, con el fin de cubrir íntegramente las mallas colocadas, mientras la primera capa permanezca aún fresca (fotos C y D).

→ En proximidad de las impostas, se recomienda proceder a la realización de conexiones puntuales mediante **MAPEWRAP FIOCCO** (FICHA 8.A) para interceptar el refuerzo aplicado. Este sistema garantiza la anulación de eventuales fenómenos de "debonding" (desprendimiento), e incrementa, además, la eficacia estática del refuerzo aplicado (foto E).

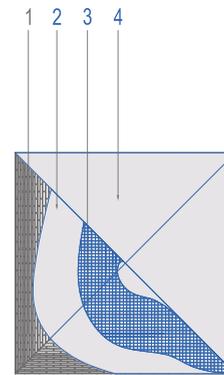




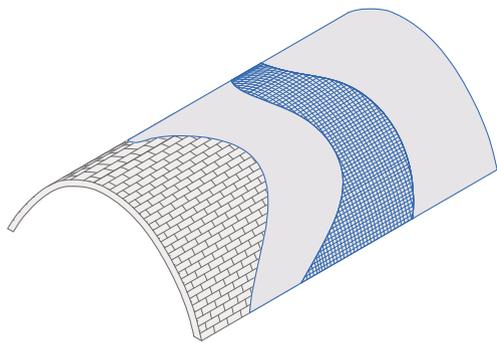
PLANTA BÓVEDA DE CAÑÓN



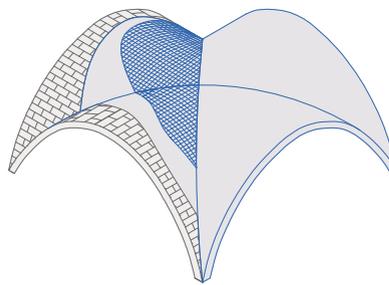
PLANTA BÓVEDA POR ARISTA



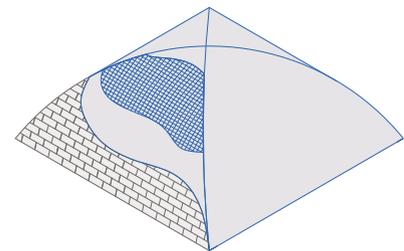
PLANTA BÓVEDA EN RINCÓN DE CLAUSTRO



AXONOMETRÍA BÓVEDA DE CAÑÓN



AXONOMETRÍA BÓVEDA POR ARISTA



AXONOMETRÍA BÓVEDA EN RINCÓN DE CLAUSTRO

0 25 50 100
cm

NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 220** o la malla de fibra de basalto **MAPEGRID B 250**.
2. **PLANITOP HDM RESTAURO** mortero premezclado bicomponente, de elevada ductilidad, a base de cal hidráulica (NHL) y Eco-Puzolana; recomendado específicamente para las estructuras de albañilería antiguas (patrimoniales) para garantizar unas características mecánicas, físicas y químicas compatibles con la "calidad" de la albañilería original.
3. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
4. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25 así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

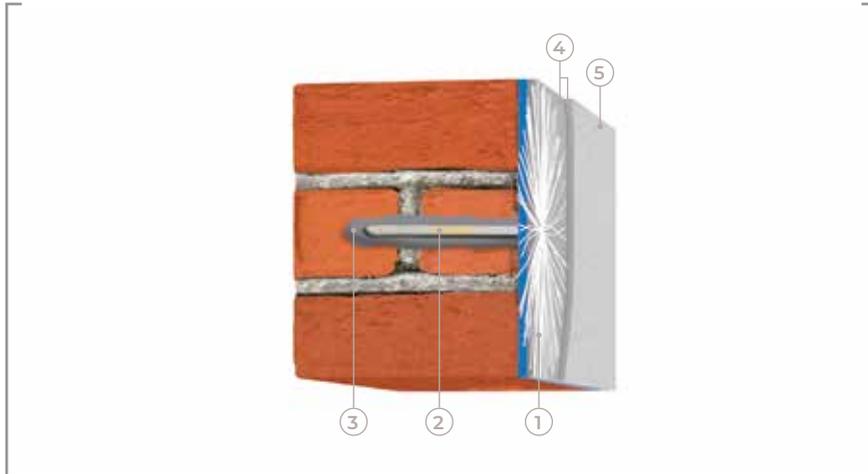
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

CONEXIONES TRANSVERSALES CON MAPEWRAP FIOCCO



- ←
- 1 | MAPEWRAP FIOCCO
 - 2 | MAPEWRAP 21 + QUARZO 1,2
 - 3 | MAPEFIX VE SF O EP 385/585 O EP 470 SEISMIC
 - 4 | MAPEWRAP 11 O MAPEWRAP 31
 - 5 | QUARZO 1,2

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



Para garantizar una mayor eficacia de los sistemas de refuerzo aplicados sobre muros de carga, se pueden realizar conexiones utilizando **MAPEWRAP FIOCCO**. Las conexiones mediante "fioccos" pueden ser pasantes o no pasantes, en función del tipo de albañilería y de las exigencias del proyecto.

Para la **realización del "fiocco" no pasante** se procederá del modo siguiente:

→ Recortar las porciones de cuerda **MAPEWRAP FIOCCO (C,G,B)** a una longitud equivalente a la profundidad de las perforaciones más el extremo externo a deshilachar (foto A).

→ Impregnar un extremo (parte que se insertará) con resina epoxídica fluida **MAPEWRAP 21** (foto B).

→ Espolvorear la superficie del "fiocco" impregnada en resina con arena de **QUARZO 1,2** seca. Esperar aprox. 24 horas y, una vez endurecido el "fiocco", proceder a la puesta en obra (foto C).

Para la **realización del "fiocco" pasante** se procederá del modo siguiente:

→ Recortar las porciones de cuerda **MAPEWRAP FIOCCO (C,G,B)** a una longitud equivalente a la profundidad de las perforaciones más los dos extremos externos a deshilachar (foto D).

→ Impregnar la parte central con la resina epoxídica fluida **MAPEWRAP 21** (foto E, F).

→ Espolvorear la superficie del "fiocco" impregnada en resina con arena de **QUARZO 1,2** seca (Foto G).

→ Esperar aprox. 24 horas y, una vez endurecido el "fiocco", proceder a la puesta en obra (foto H).

Puesta en obra

En las perforaciones previamente practicadas, una vez transcurrido el tiempo de curado del mortero del sistema a conectar, se procederá de la manera siguiente:

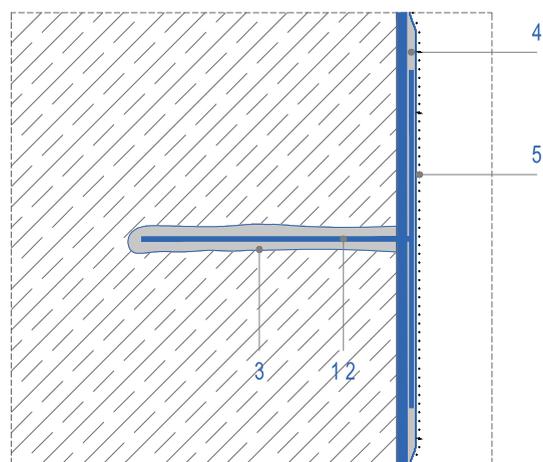
→ Inyectar en las perforaciones la fijación química epoxídica **MAPEFIX EP 470 SEISMIC** o **MAPEFIX EP 385-585**, o bien la fijación química a base de resina de viniléster **MAPEFIX VE SF** (foto I).

→ Insertar la parte rígida de los "fioccos" de anclaje" (foto J).

→ Abrir en abanico las porciones de cuerda sobre el refuerzo aplicado previamente y fijarlas mediante **MAPEWRAP 11** (o **MAPEWRAP 12**) o **MAPEWRAP 31** (foto K).

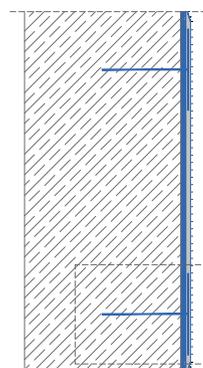
→ Espolvorear la porción deshilachada ya fijada hasta saturación con arena de **QUARZO 1,2** seca (foto L).



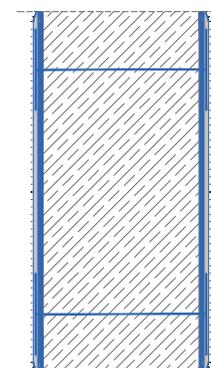


DETALLE SECCIÓN FIOCCO NO PASANTE

0 10 20 50 cm

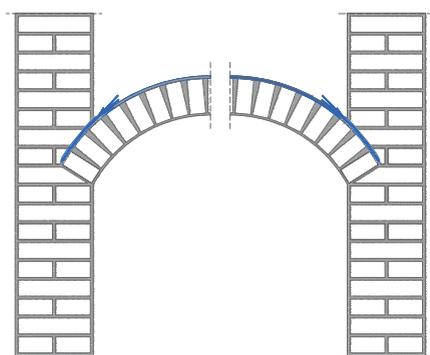


FIOCCO NO PASANTE



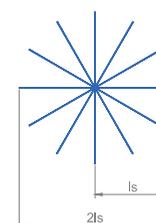
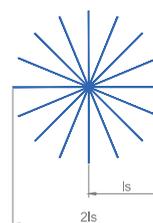
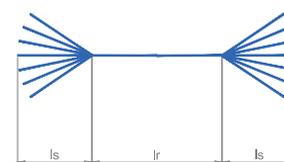
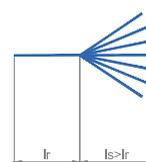
FIOCCO PASANTE

0 10 20 50 cm



CONEXIÓN SOBRE BÓVEDAS

0 10 20 50 cm



l_r = longitud del "fiocco" rigidizada
 l_s = longitud del "fiocco" deshilachada

NOTAS

1. Tanto el número, como el tipo, el diámetro y las dimensiones de las conexiones transversales mediante MAPEWRAP FIOCCO deberán ser definidos durante la fase de proyecto.

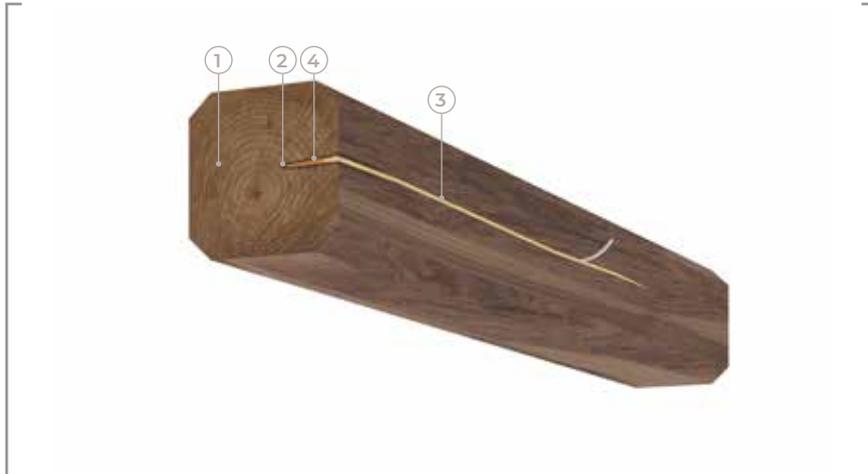
ENFOCA EL CÓDIGO QR
 y descárgate la ficha de refuerzo, las
 fichas técnicas, el dwg, el software de
 cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE VIGAS Y VIGUETAS DE FORJADOS DE MADERA

PREPARACIÓN DEL SOPORTE Y CONSOLIDACIÓN DE ELEMENTOS DE MADERA



- ←
- 1 | VIGA / VIGUETA DE MADERA EXISTENTE
 - 2 | MAPEWOOD PRIMER 100
 - 3 | MAPEWOOD PASTE 140
 - 4 | MAPEWOOD GEL 120

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

El restablecimiento de la eficiencia estática de elementos de madera mediante materiales compuestos fibrorreforzados (**FRP**) deberá realizarse previa preparación de los soportes y consolidación de las partes de madera lesionadas.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE

- Limpiar el elemento de madera con el fin de eliminar todas las partes inconsistentes hasta obtener un soporte saneado, compacto y mecánicamente resistente, que facilite la adherencia de las sucesivas aplicaciones (foto A).
- Aspirar el soporte para eliminar todo residuo presente.

SELLADO DE LAS LESIONES

En presencia de fisuras superficiales y/o de lesiones profundas/fracturas proceder como se describe a continuación:

- Aplicar a brocha el impregnador epoxídico de consistencia fluida, en dispersión acuosa, de elevada compatibilidad fisicoquímica con la madera **MAPEWOOD PRIMER 100**.
- Sellar las lesiones superficiales mediante la aplicación con llana metálica de un adhesivo epoxídico bicomponente de consistencia tixotrópica **MAPEWOOD PASTE 140** (fotos B y C).
- En presencia de lesiones profundas o fracturas de los elementos de madera, inyectar el adhesivo epoxídico en forma de gel **MAPEWOOD GEL 120** con el fin de restablecer la continuidad del elemento.



 **NOTAS**

1. La Línea **MAPEWOOD** de Mapei es la gama específica de impregnadores y resinas epoxídicas formuladas específicamente para la consolidación de elementos de madera.

REFUERZO DE VIGAS Y VIGUETAS DE FORJADOS DE MADERA REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE APLACADO CON LÁMINAS DE CARBONO CARBOPLATE SYSTEM



- ←
- 1 | VIGA / VIGUETA DE MADERA EXISTENTE
 - 2 | MAPEWRAP PRIMER 1
 - 3 | MAPEWRAP 11/12
 - 4 | CARBOPLATE

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención de refuerzo a flexión de una viga o vigueta de un forjado de madera se realiza mediante la colocación de láminas pultrudas de fibra de carbono **CARBOPLATE**, aplicadas con un ciclo epoxídico sobre el intradós de los elementos de madera (foto A) o bien en el interior de cajeados laterales específicos o en el interior de ranuras verticales debidamente practicadas en el intradós.

Se procederá de la manera siguiente:

→ Aplicar sobre la superficie a reforzar, intradós o superficie interna del alojamiento, una mano del imprimador epoxídico bicomponente **MAPEWRAP PRIMER 1** (foto B).

→ Aplicar con llana, sobre el imprimador fresco, una capa uniforme de 1,0-1,5 mm del adhesivo epoxídico de consistencia tixotrópica **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** (*) (foto C).

→ Cortar **CARBOPLATE** a la longitud deseada con ayuda de una amoladora.

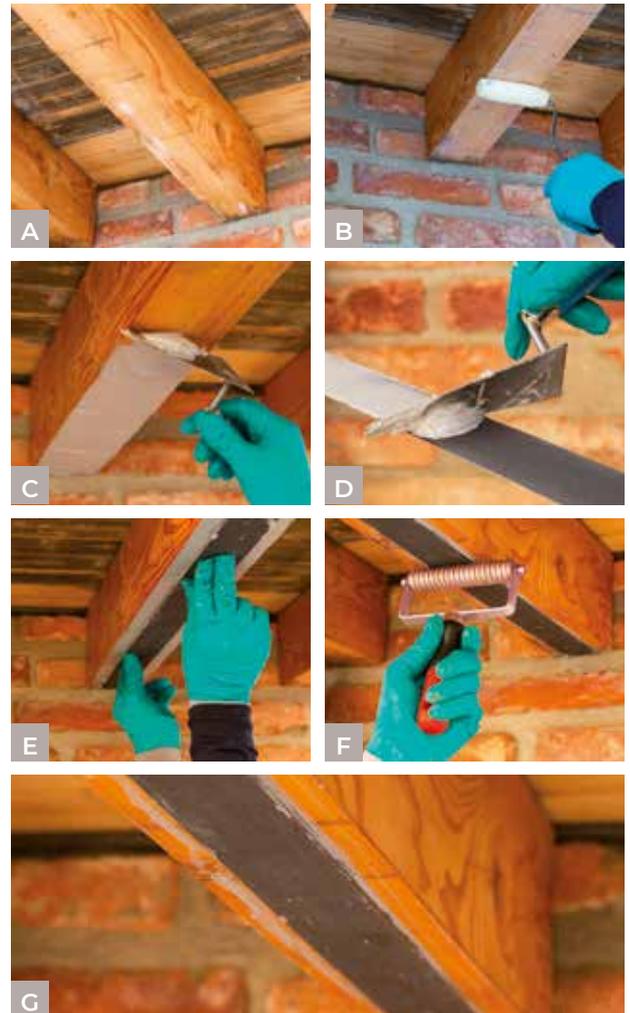
→ Retirar la película protectora (peel-ply) del **CARBOPLATE** y aplicar con llana **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** sobre un lado de la misma o en ambos lados en el caso de su inserción en cajeados específicos (foto D).

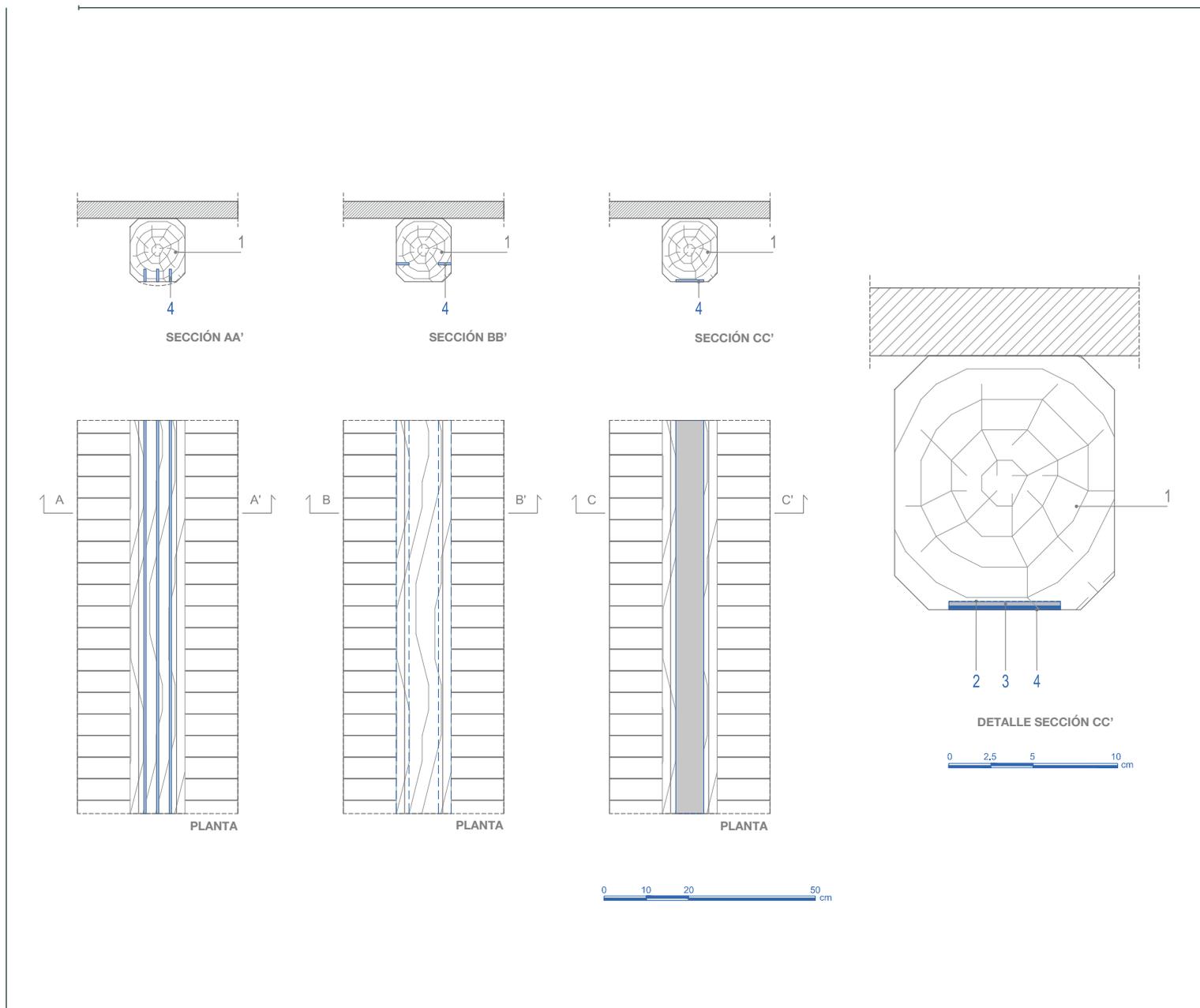
→ Colocar **CARBOPLATE** dentro de los cajeados o en el intradós del elemento de madera (foto E).

→ Presionar con ayuda del **RODILLO MAPEWRAP** a fin de eliminar las eventuales burbujas de aire (foto F).

(*) Para un mayor tiempo de trabajabilidad es posible utilizar **MAPEWRAP 12**.

Es posible completar la intervención, mediante la aplicación de una capa sucesiva de **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** en el intradós de la lámina **CARBOPLATE** y espolvorear con arena de **QUARZO 1,2** seca, para seguidamente cubrir con un acabado adecuado o prótesis de madera.





NOTAS

1. Para el diseño seguir las «Instrucciones para Intervenciones de consolidación de Estructuras de Madera mediante el uso de Compuestos Fibrorreforzados CNR DT 201/2005» italianas.
2. En el caso de aplicar varias capas de láminas (no se recomiendan más de tres) es necesario que éstas sean colocadas directamente sobre la capa de **MAPEWRAP 11** o **MAPEWRAP 12** aún fresca.
3. **CARBOPLATE SYSTEM** cuenta con el Certificado de Evaluación Técnica (CVT) de acuerdo con el L.G. a que se refiere el D.P.C.S.LL.PP. n.220 de 09/07/2015 italiano.
4. En España, los sistemas de refuerzo FRP de **MAPEI**, **CARBOPLATE** y **MAPEWRAP**, poseen el Documento de Idoneidad Técnica (DIT) 549/14, emitido por el Instituto Eduardo Torroja (IETcc).

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE VIGAS Y VIGUETAS DE FORJADOS DE MADERA

REFUERZO A FLEXIÓN MEDIANTE BARRAS MAPEROD



- 1 | VIGA / VIGUETA DE MADERA EXISTENTE
- 2 | MAPEWOOD PRIMER 100
- 3 | MAPEWOOD PASTE 140
- 4 | MAPEROD C/G
- 5 | MAPEWOOD PASTE 140

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

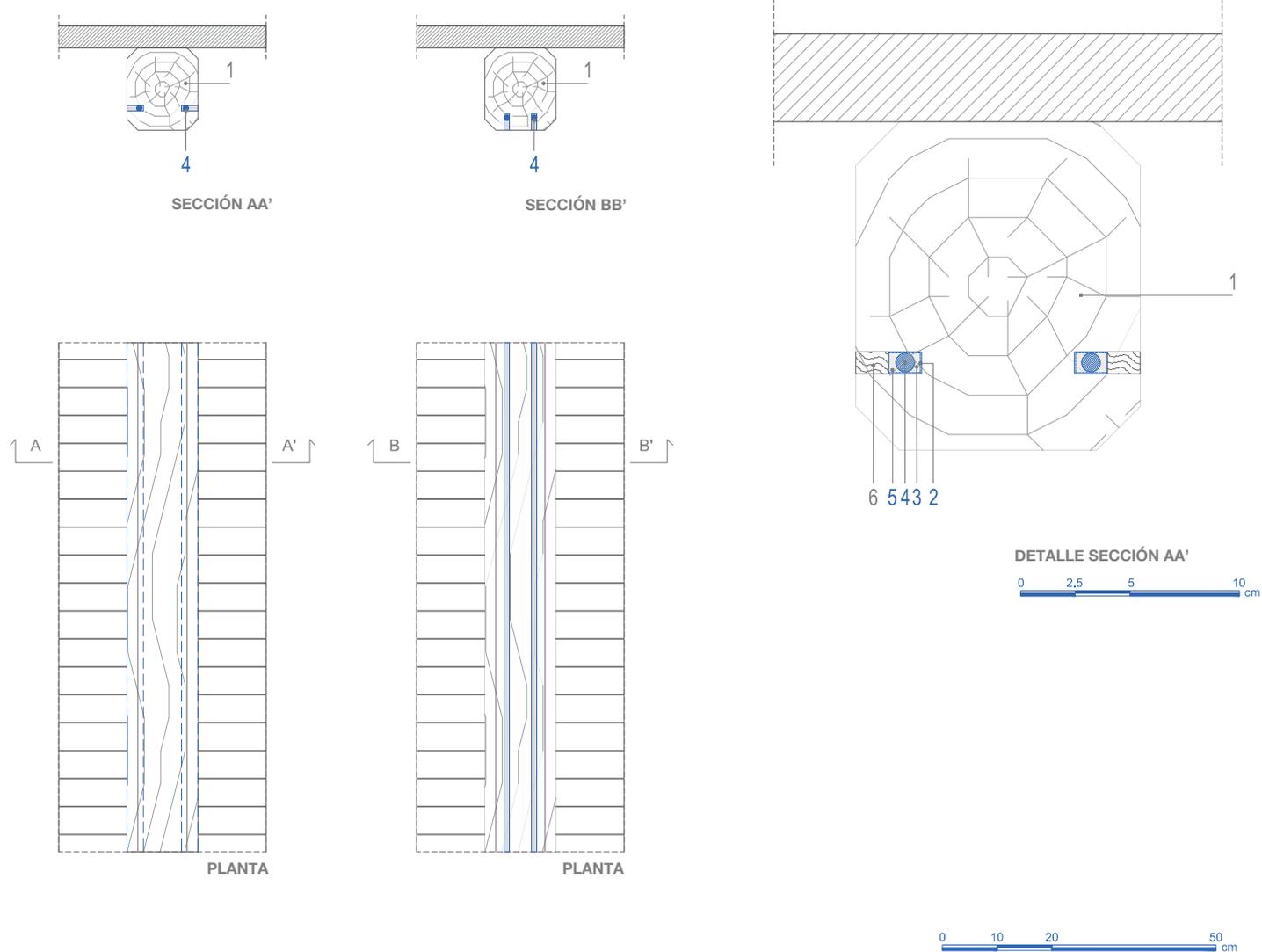


La intervención de refuerzo a flexión de una viga o vigueta de un forjado de madera es posible mediante la colocación en el interior de cajeados laterales debidamente realizados y/o en el intradós del elemento de madera, de barras pultrudas de fibra de carbono o de fibra de vidrio **MAPEROD C o G**, aplicadas con un ciclo epoxídico.

Se procederá de la manera siguiente:

- Realizar cajeados en las áreas laterales y/o en el intradós del elemento de madera mediante fresado. Una vez realizado el dimensionamiento, el proyectista establecerá tanto la dimensión como la longitud del cajeadado a practicar.
- Imprimir la superficie interna del cajeadado mediante el imprimador epoxídico y bicomponente en dispersión acuosa **MAPEWOOD PRIMER 100** (foto A).
- Cortar **MAPEROD** a la longitud deseada con ayuda de una amoladora.
- Aplicar el adhesivo epoxídico de consistencia tixotrópica **MAPEWOOD PASTE 140** en el interior del cajeadado hasta saturarlo en todo su volumen (foto B).
- Insertar **MAPEROD** en los alojamientos (foto C).
- Eliminar manualmente con ayuda de una llana la resina sobrante que sobresalga del cajeadado (fotos D y E).
Espolvorear la superficie de la resina de la entalladura del cajeadado con arena de **QUARZO 1,2**, para el posterior barnizado de un color similar al tipo de madera. Como alternativa, sobre la resina fresca, aplicar un listón obtenido de la madera original (en este caso, la profundidad de los cortes también deberá incluir el espesor de dichos listones de madera).





NOTAS

1. Para el diseño seguir las «Instrucciones para Intervenciones de Consolidación de Estructuras de Madera mediante el uso de Compuestos Fibrorreforzados CNR DT 201/2005» italianas.
2. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre las barras pultrudas de fibra de carbono **MAPEROD C** o las barras de fibra de vidrio preimpregnadas con resina de viniléster **MAPEROD G**.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE VIGAS Y VIGUETAS DE FORJADOS DE MADERA RECONSTRUCCIÓN DE CABEZAS DE VIGAS DAÑADAS Y DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE MADERA



- 1 | VIGA / VIGUETA DE MADERA EXISTENTE
- 2 | PRÓTESIS DE MADERA
- 3 | MAPEWOOD PRIMER 100
- 4 | MAPEWOOD PASTE 140
- 5 | MAPEROD C/G
- 6 | MAPEWOOD PASTE 140

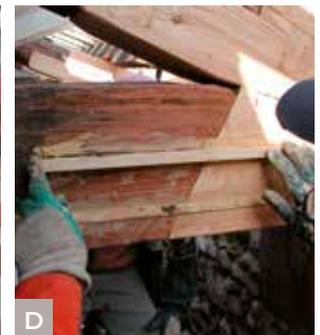
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

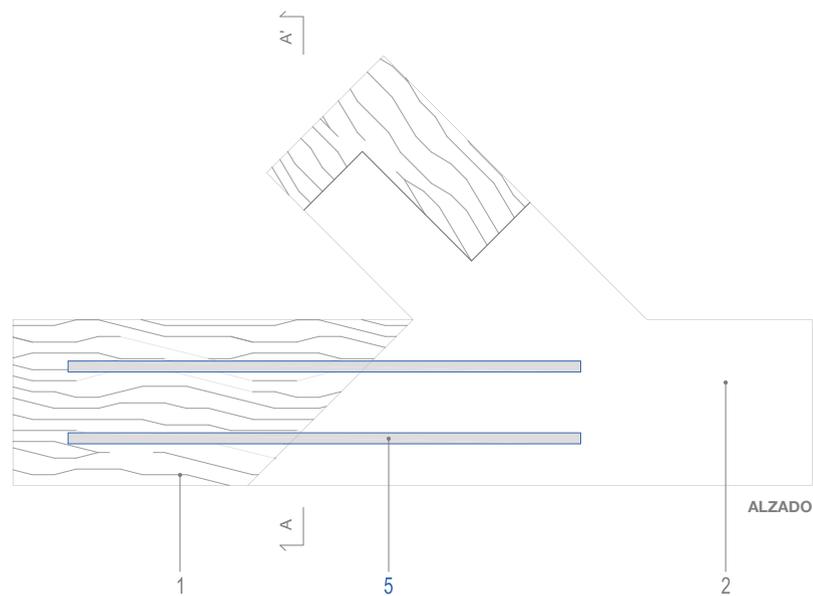


Para la unión entre la nueva cabeza y la viga antigua se pueden utilizar como conexión barras de fibra de carbono o de fibra de vidrio **MAPEROD C o G**, insertadas en los alojamientos laterales adecuados.

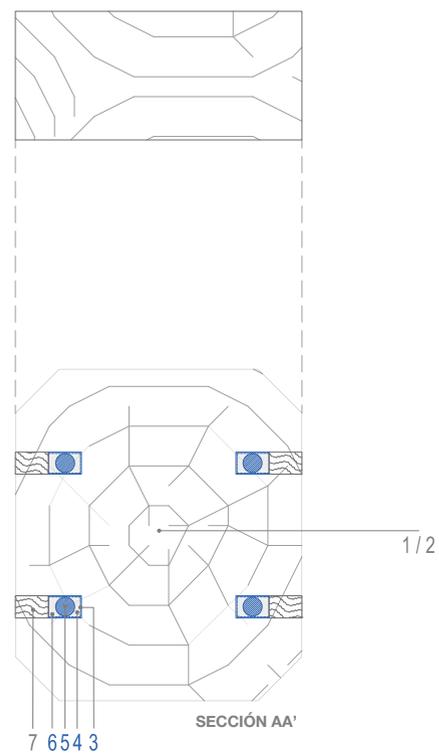
Se procederá de la manera siguiente:

- Practicar en las zonas laterales de los elementos de madera cajeados de las dimensiones adecuadas (foto A).
- Imprimir la superficie interna del cajeadado mediante el imprimador epoxídico y bicomponente en dispersión acuosa **MAPEWOOD PRIMER 100**.
- Cortar **MAPEROD** a la longitud deseada con ayuda de una amoladora.
- Aplicar el adhesivo epoxídico de consistencia tixotrópica **MAPEWOOD PASTE 140** en el interior del cajeadado hasta saturarlo en todo su volumen.
- Insertar **MAPEROD** en los cajeados (foto B).
- Eliminar manualmente con ayuda de una llana la resina sobrante que sobresalga del cajeadado. Espolvorear la superficie de la resina de la entalladura del cajeadado con arena de **QUARZO 1,2**, para el posterior barnizado de un color similar al tipo de madera. Como alternativa, sobre la resina fresca, aplicar un listón obtenido de la madera original (en este caso, la profundidad de los cortes también deberá incluir el espesor de dichos listones de madera) (fotos C, D y E).





0 10 20 50 cm



0 2,5 5 10 cm

↓ NOTAS

1. En función de las exigencias del proyecto, se puede optar entre las barras de fibra de carbono **MAPEROD C** o las barras de fibra de vidrio preimpregnadas con resina de viniléster **MAPEROD G**.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

REFUERZO DE FORJADOS DE MADERA MEDIANTE CAPA COLABORANTE CON HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



- 1 | VIGUETA DE MADERA
- 2 | ENTARIMADO DE MADERA
- 3 | LÁMINA DE POLIETILENO O TELA MICROPOROSA
- 4 | PLANITOP HPC FLOOR O PLANITOP HPC FLOOR T
- 5 | MAPEI STEEL DRY 304

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



El refuerzo de un forjado de madera puede realizarse mediante la ejecución de una capa colaborante de bajo espesor con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE

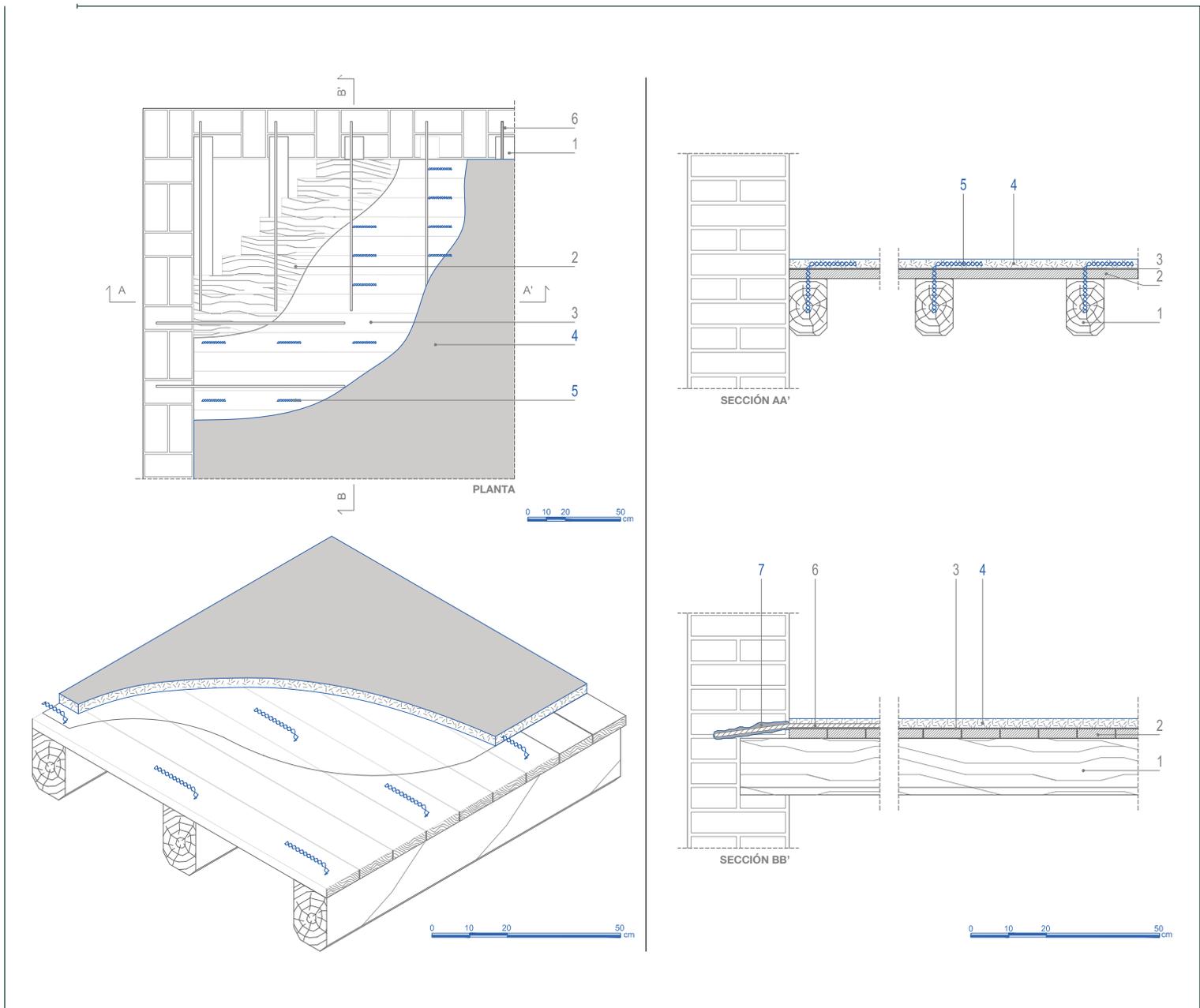
Las superficies afectadas por la intervención de refuerzo deberán ser preparadas tal y como se describe a continuación:

- Retirar los pavimentos, así como todos los materiales no cohesionados.
- Colocar sobre la superficie existente una lámina de polietileno o una tela microporosa del espesor adecuado, cuyos rollos deberán aplicarse de forma que se solapen entre sí 10 cm y sellarse utilizando una cinta adhesiva. Si fuera necesario, se asegurarán previamente las telas con clavos o grapas, para evitar la filtración del mortero al plano subyacente.
- Insertar conectores al muro perimetral, dispuestos paralelamente a las viguetas de madera y anclados, dentro de las perforaciones realizadas previamente, con la fijación **MAPEFIX VE SF**.

REFUERZO ESTÁTICO DEL FORJADO

- Insertar en seco a lo largo de las vigas de madera los conectores metálicos **MAPEI STEEL DRY AISI 304**, de 10 mm de diámetro (foto A). Esta operación es necesaria para permitir la conexión entre las vigas de madera existentes y la posterior capa colaborante realizada con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**. La disposición y la profundidad de inserción de las barras a lo largo de las viguetas deberán ser debidamente definidos tras un adecuado dimensionamiento.
- Doblar la parte que sobresale de las barras a 90° de forma que queden insertadas en el vertido de mortero fibrorreforzado **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** (foto B).
- Realizar una capa colaborante en el trasdós de al menos 25 mm de espesor con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T** (fotos C y D).





NOTAS

1. A través del software **MAPEI HPC FORMULA**, de conformidad con las instrucciones del CNR DT 204 italiano, es posible definir el espesor de **PLANITOP HPC FLOOR** necesario.
2. En el caso de forjados inclinados, se recomienda el uso de **PLANITOP HPC FLOOR T**.
3. La intervención de refuerzo con **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** no requiere el uso de mallas electrosoldadas.
4. El espesor de **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** deberá ser definido mediante un cálculo realizado por el proyectista.
5. **PLANITOP HPC FLOOR** e **PLANITOP HPC FLOOR T** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros estructurales de la clase R4.

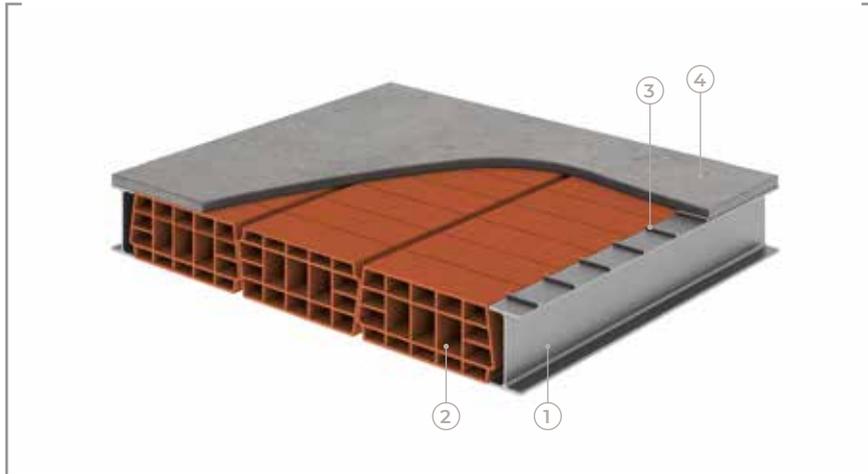
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



REFUERZO DE FORJADOS CON CAPA COLABORANTE DE BAJO ESPESOR

REFUERZO DE FORJADOS MIXTOS MEDIANTE CAPA COLABORANTE CON HPC SYSTEM: PLANITOP HPC FLOOR



- ←
- 1 | VIGAS DE ACERO
 - 2 | RASILLAS CERÁMICAS / CAPA
 - 3 | CONEXIONES METÁLICAS
 - 4 | PLANITOP HPC FLOOR

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

El refuerzo de un forjado mixto puede realizarse mediante la ejecución de una capa colaborante de bajo espesor con **PLANITOP HPC FLOOR** o **PLANITOP HPC FLOOR T**.

PREPARACIÓN DEL SOPORTE

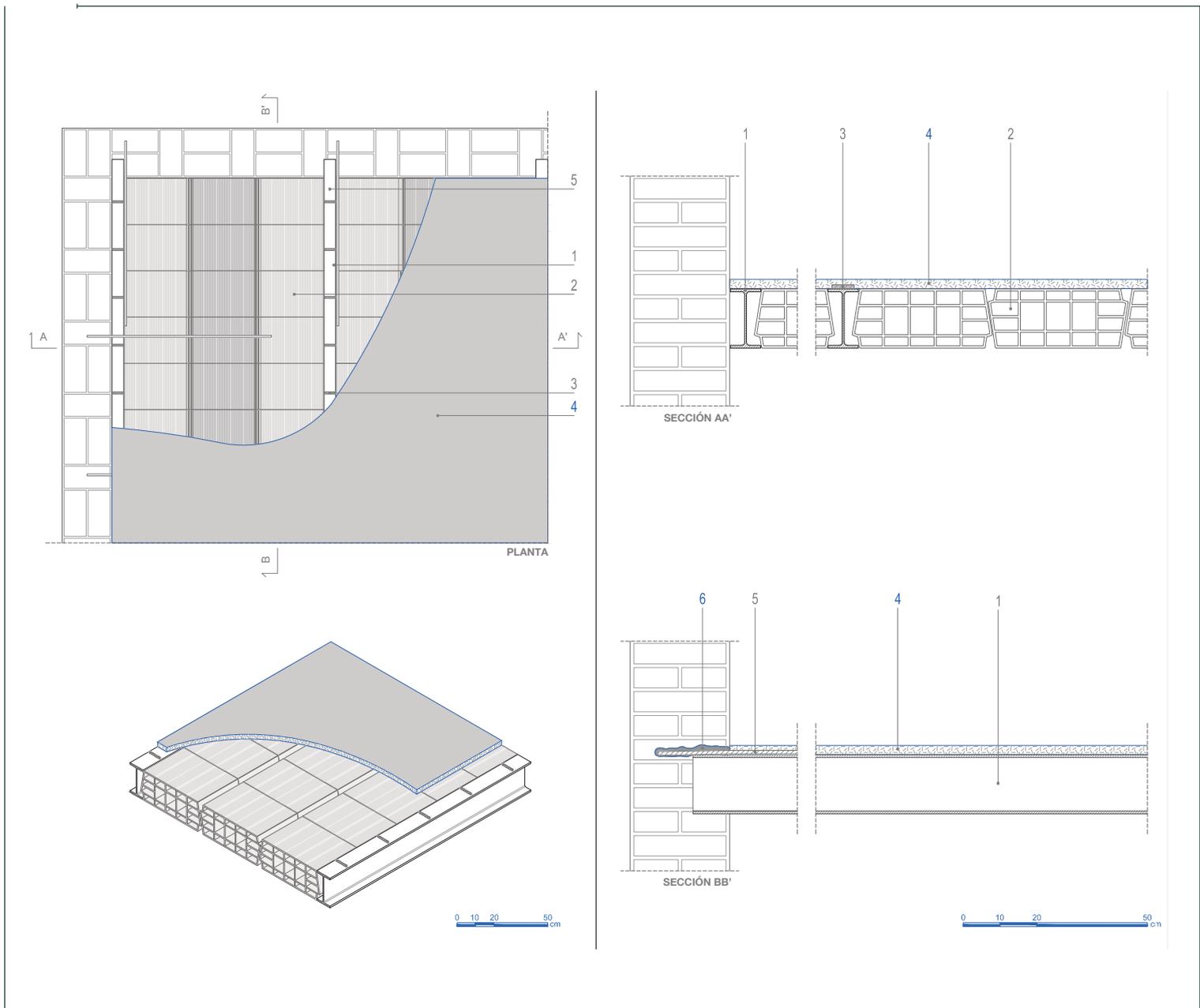
Todas las superficies afectadas por la intervención de refuerzo deberán ser preparadas tal y como se describe a continuación:

- Retirar los pavimentos existentes y limpiar todas las superficies afectadas por la intervención, eliminando todas las partes inconsistentes o en fase de desprendimiento, hasta obtener un soporte saneado, compacto y mecánicamente resistente, que facilite la adherencia de las aplicaciones sucesivas.
- Lijar el trasdós de las vigas para obtener una superficie rugosa.
- Aspirar las superficies para eliminar por completo cualquier fragmento presente.

REFUERZO ESTÁTICO DEL FORJADO

- Insertar barras corrugadas de armadura tradicional B450C como conexión al muro perimetral, dispuestas paralelamente a las viguetas y ancladas, dentro de las perforaciones realizadas previamente, con la fijación **MAPEFIX VE SF** (foto A).
- Realizar conexiones a lo largo del trasdós de las vigas por medio de “angulares metálicos en L”, de dimensiones debidamente definidas en obra (p.ej. perfiles metálicos de dimensiones L = 15 mm o L = 20 mm) o de barras de armadura equivalentes. El formato de los conectores se definirá de acuerdo con el dimensionamiento realizado. Aplicar a brocha, a lo largo de cada una de las vigas de acero, una capa de resina epoxídica **EPORIP** y espolvorear seguidamente arena de **QUARZO 1,2** seca, con el fin de dar rugosidad a la superficie de interfaz con el refuerzo posterior (foto B).
- Proceder, una vez completado el endurecimiento de **EPORIP**, a la consolidación del trasdós de las superficies de ladrillo mediante el uso de **PRIMER 3296**, imprimador acrílico en dispersión acuosa de elevada penetración con propiedades consolidantes, diluido con agua en una proporción 1:1. Esta operación deberá realizarse al menos 4 horas antes del vertido del mortero (foto C).
- Realizar una capa colaborante en el trasdós de unos 25 mm de espesor con **PLANITOP HPC FLOOR** (foto D).





↓ NOTAS

1. **PLANITOP HPC FLOOR** es un mortero premezclado, fluido y monocomponente de elevadísima fluidez. En el caso de forjados inclinados, se recomienda el uso de **PLANITOP HPC FLOOR T**, mortero premezclado y monocomponente semifluido, para su utilización en el refuerzo de forjados inclinados.
2. La intervención de refuerzo con **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** permite eliminar el uso de mallas electrosoldadas gracias a la presencia de fibras en su interior que le confieren una elevada resistencia a tracción.
3. El espesor de **PLANITOP HPC FLOOR / FLOOR T** deberá ser definido mediante un cálculo realizado por el proyectista.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA
WEB www.rinforzo-strutturale.it**



2.3

INTERVENCIONES SOBRE ELEMENTOS

NO ESTRUCTURALES

Los mecanismos de colapso de los elementos no estructurales (tabiques, cerramientos o bovedillas cerámicas) no han sido suficientemente considerados en las normas técnicas del pasado y requieren, por lo tanto, intervenciones destinadas a eliminar aquellas deficiencias originarias que, de no ser subsanadas, podrían comprometer la viabilidad de cualquier análisis estructural que no las tuviera en consideración.

Se exponen a continuación las principales intervenciones que pueden llevarse a cabo sobre elementos no estructurales que, debido a su peso o a su ubicación (baste pensar en el desprendimiento y caída de

fragmentos de las bovedillas de un forjado de bovedillas cerámicas y viguetas de hormigón), representan un peligro potencial y no menor para la seguridad de las personas.

COLAPSO TÍPICO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



Interacción local entre cerramiento y rotura por cortante en el hormigón armado



Vuelco de tabiquería interior



Colapso de cerramiento exterior



Lesiones interiores



Rotura a cortante de cerramiento



El riesgo de colapso de elementos no estructurales requiere intervenciones específicas

INTERVENCIONES SOBRE ELEMENTOS

NO ESTRUCTURALES

1. REPARACIÓN DE LESIONES EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

- 1.a  Reparación localizada de lesiones mediante revoque armado de bajo espesor: FRCM SYSTEM

2. SISTEMAS ANTIVUELCO EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

- 2.a  Protección antivuelco y antidesplome continua con **MAPEWRAP EQ SYSTEM**
- 2.b  Protección antivuelco localizada mediante revoque armado de bajo espesor: FRCM SYSTEM
-

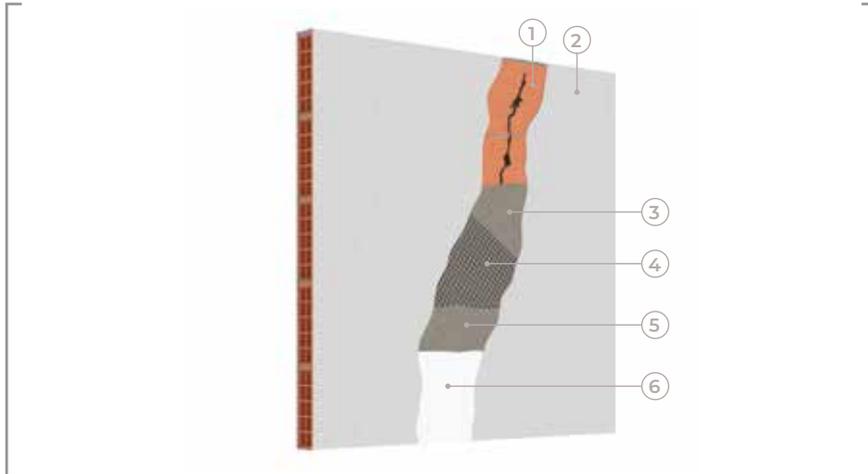
3. SISTEMAS ANTIDESPLOME DE FORJADOS DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN

- 3.a  Protección antidesplome continua de forjados de bovedilla cerámica y viguetas de hormigón revocados con **MAPEWRAP EQ SYSTEM**
- 3.b  Reparación y protección de forjados expuestos a desplome mediante revoque armado de bajo espesor realizado con **FRCM SYSTEM**
-

REPARACIÓN DE LESIONES EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

REPARACIÓN LOCALIZADA DE LESIONES MEDIANTE REVOQUE

ARMADO DE BAJO ESPESOR: FRCM SYSTEM



- ←
- 1 | TABIQUE / CERRAMIENTO EXISTENTE
 - 2 | INTONACO EXISTENTE
 - 3 | PLANITOP HDM MAXI
 - 4 | MAPEGRID G 120
 - 5 | PLANITOP HDM MAXI
 - 6 | ENLUCIDO

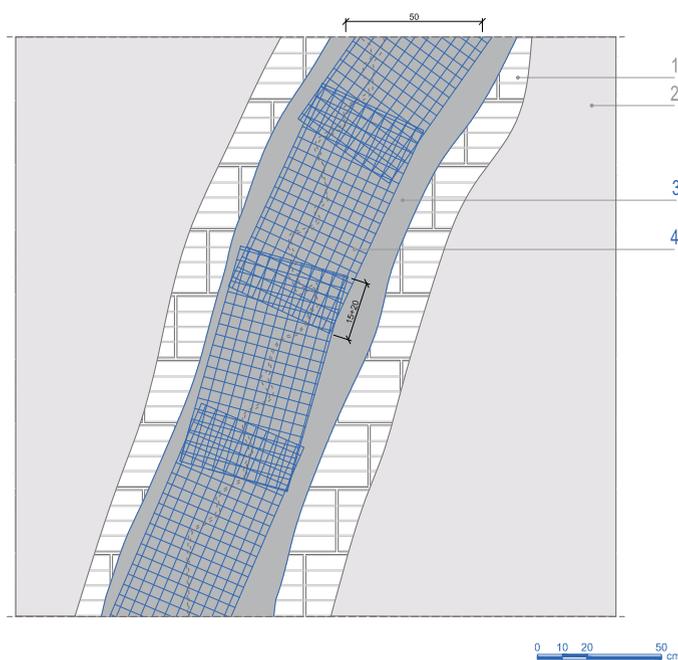
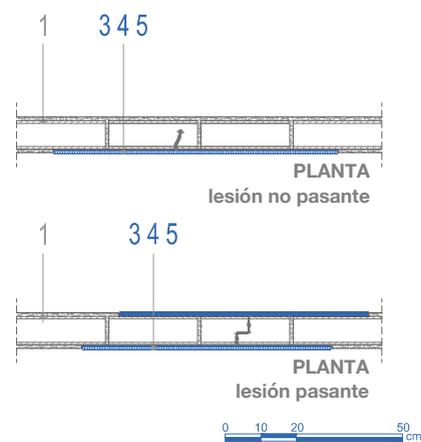
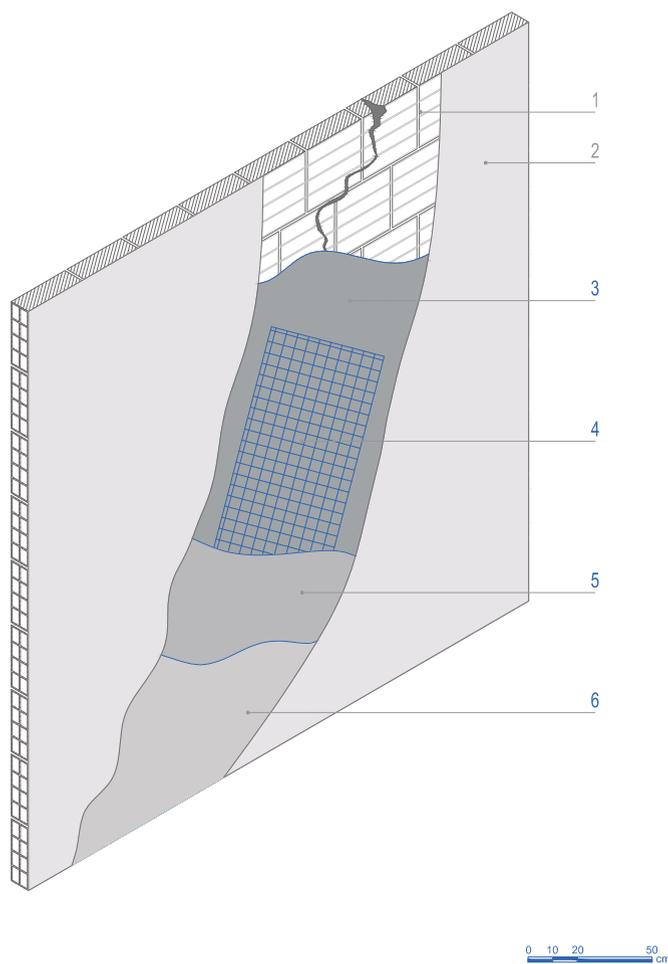
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

La intervención localizada de reparación y refuerzo de lesiones en tabiques y cerramientos, puede realizarse mediante un enlucido armado localizado de bajo espesor con la malla de la línea **FRCM SYSTEM MAPEGRID G 120** en combinación con el mortero bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad **PLANITOP HDM MAXI**.

Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar el revoque existente a ambos lados de la lesión, abarcando un área de unos 50 cm (foto A).
- Eliminar de la superficie el material no cohesionado (foto B).
- Lavar la superficie con agua para obtener un soporte húmedo antes de ejecutar las siguientes fases (foto C).
- Aplicar una primera capa de mortero bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad **PLANITOP HDM MAXI**, de 5-6 mm de espesor (foto D).
- Colocar sobre la capa de mortero fresco, la malla de refuerzo local de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 120** para cubrir los 50 cm a ambos lados de la lesión previamente retirados (foto E).
- Aplicar, en las zonas en las que se haya colocado la malla, la segunda capa de **PLANITOP HDM MAXI** de 5-6 mm de espesor, mientras la primera aún esté fresca (foto F).
- Proceder a enlucir con los morteros de enlucido de la gama **PLANITOP**, una vez transcurrido el tiempo de curado de **PLANITOP HDM MAXI** (foto G).





NOTAS

1. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
2. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25 así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

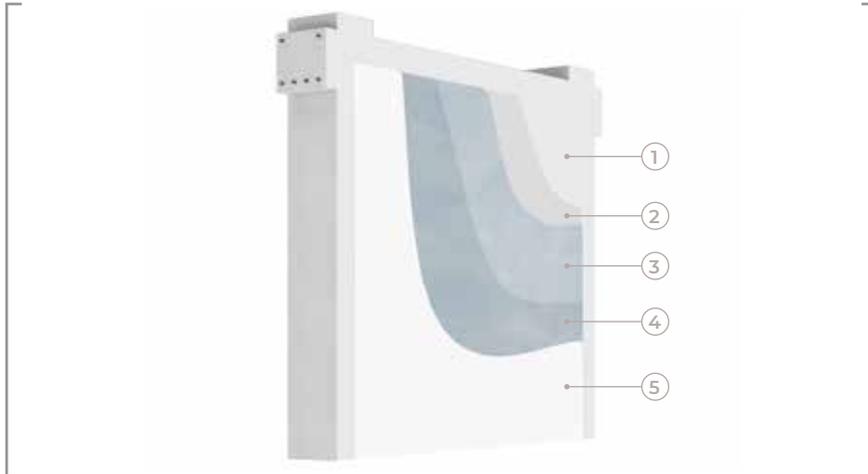
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS ANTIVUELCO EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

PROTECCIÓN ANTIVUELCO Y ANTIDESPLOME CONTINUA CON MAPEWRAP EQ SYSTEM

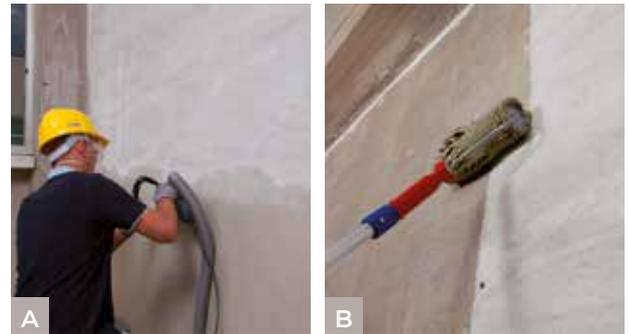


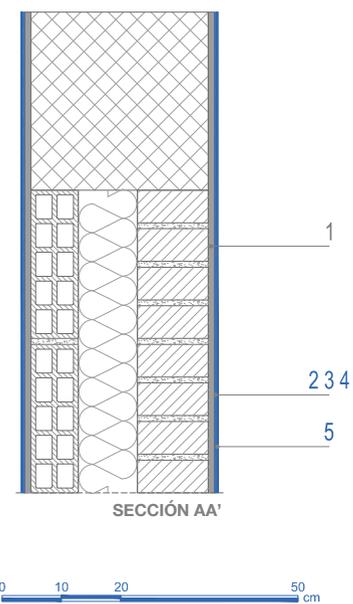
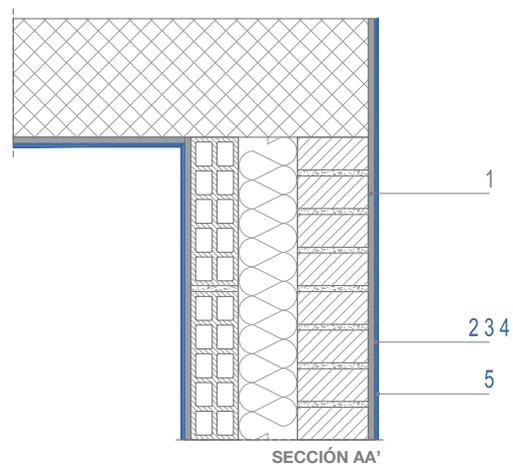
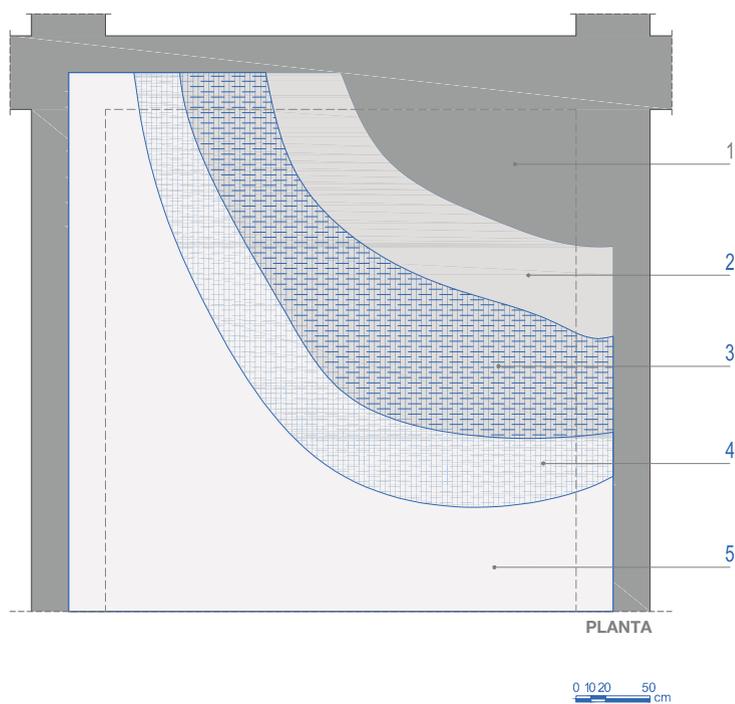
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

MAPEWRAP EQ SYSTEM es un sistema de protección antivuelco y antidesplome de tabiques y cerramientos, aplicable sobre el revoque existente (siempre que esté bien adherido al soporte).

Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar la pintura hasta alcanzar la superficie del revoque existente. Dicha operación deberá realizarse necesariamente sobre las paredes verticales y extenderse al menos 10 cm sobre el intradós de los forjados. Las posibles partes de revoque no cohesionado deberán ser eliminadas y reconstruidas (foto A).
- Aplicar la primera capa del adhesivo **MAPEWRAP EQ ADHESIVE** a rodillo, de manera generalizada sobre las paredes verticales, extendiéndolo al menos 10 cm sobre el intradós de los forjados (foto B).
- Colocar, sobre el adhesivo aún fresco, el tejido bidireccional de fibra de vidrio **MAPEWRAP EQ NET** procurando que los tejidos consecutivos se solapen al menos 10-15 cm. El tejido deberá prolongarse sobre el intradós de los forjados al menos 10 cm (foto C).
- Aplicar la segunda capa de **MAPEWRAP EQ ADHESIVE**, de forma que impregne completamente el tejido de refuerzo, mientras la primera capa permanezca aún fresca (foto D).
- Proceder directamente al enlucido con **PLANITOP 200**, una vez transcurridas 24 horas desde la aplicación del **MAPEWRAP EQ SYSTEM** (fotos E y F).





ENFOCA EL CÓDIGO QR

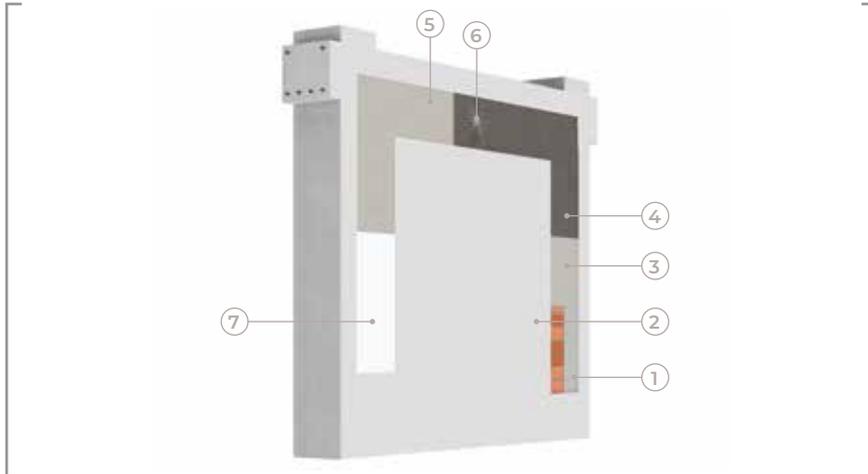
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS ANTIVUELCO EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

PROTECCIÓN ANTIVUELCO LOCALIZADA MEDIANTE REVOQUE ARMADO DE BAJO ESPESOR: FRCM SYSTEM (PARTE A)



- ←
- 1 | TABIQUE / CERRAMIENTO EXISTENTE
 - 2 | INTONACO EXISTENTE
 - 3 | PLANITOP HDM MAXI
 - 4 | MAPEGRID G 120
 - 5 | PLANITOP HDM MAXI
 - 6 | MAPEWRAP SG FIOCCO
 - 7 | ENLUCIDO

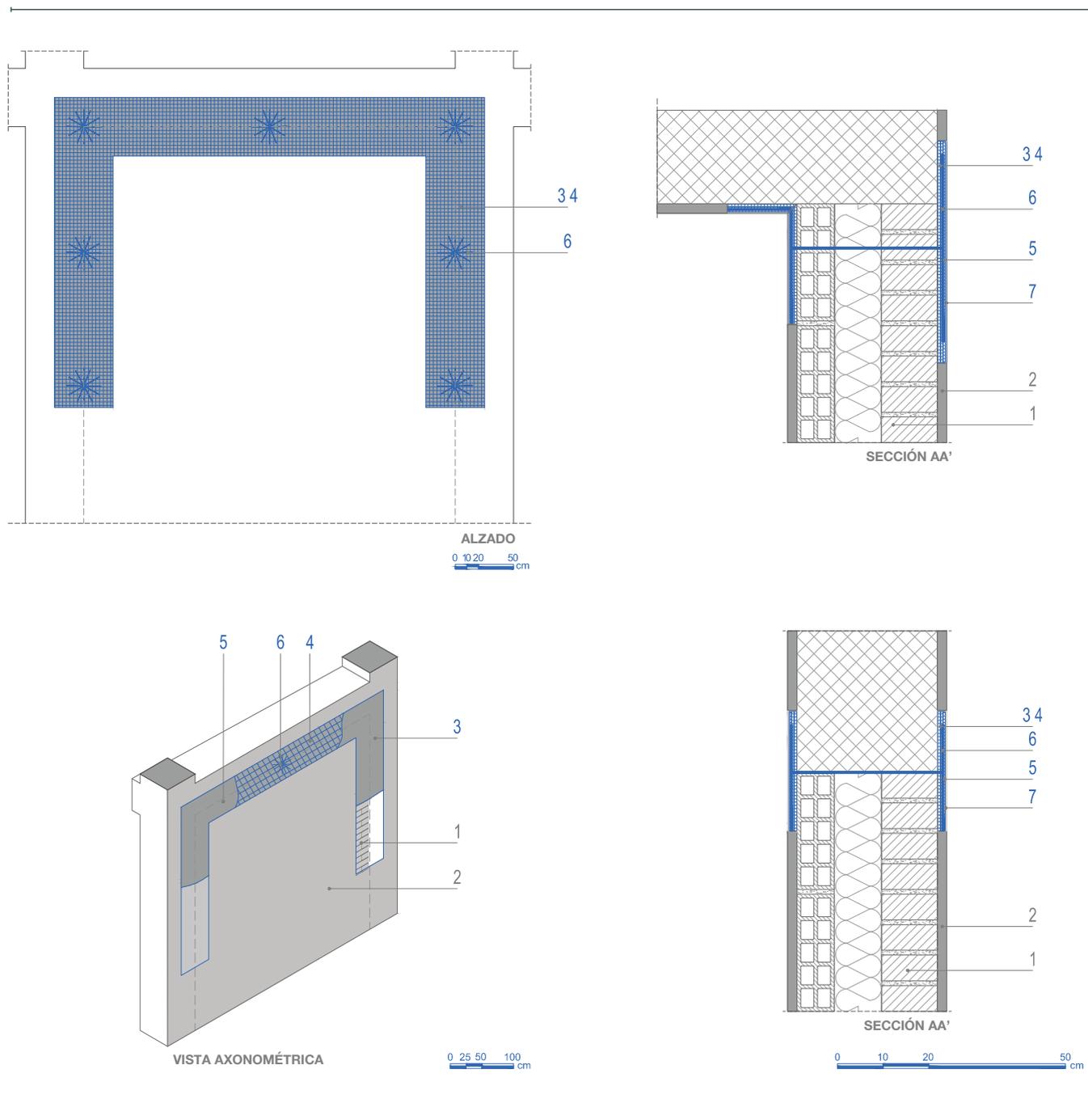
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Con el fin de evitar el vuelco de los cerramientos o particiones como consecuencia de un evento sísmico, se procederá a la realización de una banda a ambos lados de la unión entre la estructura de hormigón armado y los propios cerramientos o particiones mediante el uso de productos de la línea **MAPEI FRCM SYSTEM**.

Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar el revoque existente entre el cerramiento/tabique y el forjado/viga, abarcando un área de unos 50 cm, para conformar una sección de 25 cm + 25 cm de lado.
- Perforar el cerramiento o el tabique en todo su espesor para la aplicación posterior del "fiocco"-conector de Ø 16 mm de diámetro y ocluir temporalmente el orificio con un marcador removible adecuado.
- Eliminar de la superficie el material no cohesionado y lavar con agua a baja presión de forma que las superficies estén húmedas antes de ejecutar las fases posteriores (foto A).
- Aplicar una primera capa de mortero cementoso bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad **PLANITOP HDM MAXI** de 5-6 mm de espesor (foto B).
- Colocar sobre la unión entre cerramiento (o tabique) y la estructura (forjado/viga), la malla de fibra de vidrio resistente a los álcalis y aprestada **MAPEGRID G 120** para cubrir los 50 cm previamente retirados (foto C).
- Aplicar la segunda capa de **PLANITOP HDM MAXI** de 5-6 mm de espesor, mientras la primera capa aún esté fresca, de forma que la malla de fibra de vidrio quede completamente cubierta (fotos D y E).





↓ NOTAS

1. Esta intervención se ajusta a lo estipulado en las "Directrices para la Reparación y Refuerzo de los Elementos Estructurales, Cerramientos y Particiones" redactadas por ReLUIS y Protección Civil italiana y publicadas tras el terremoto de L'Aquila de 2009.

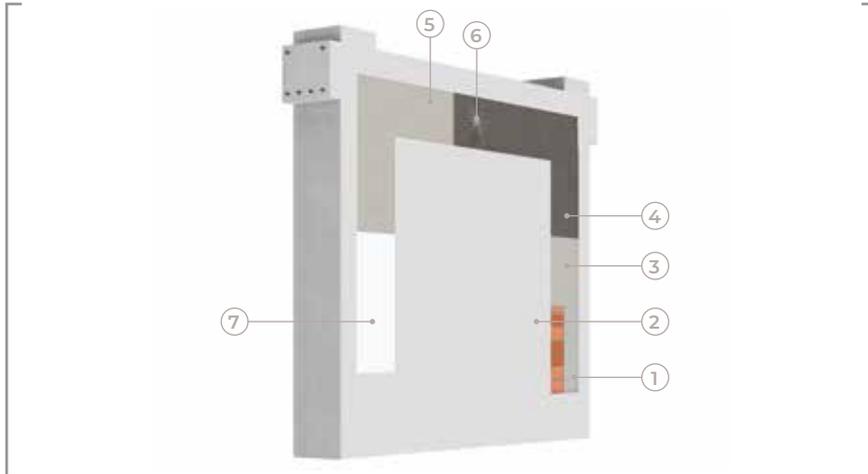
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS ANTIVUELCO EN CERRAMIENTOS Y TABIQUES

PROTECCIÓN ANTIVUELCO LOCALIZADA MEDIANTE REVOQUE ARMADO DE BAJO ESPESOR: FRCM SYSTEM (PARTE B)

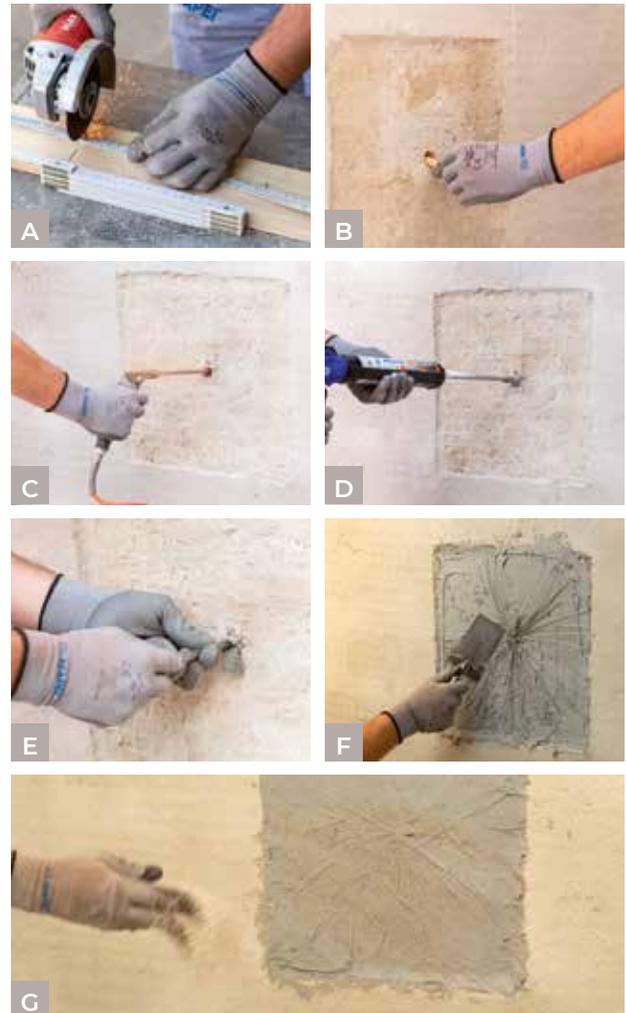


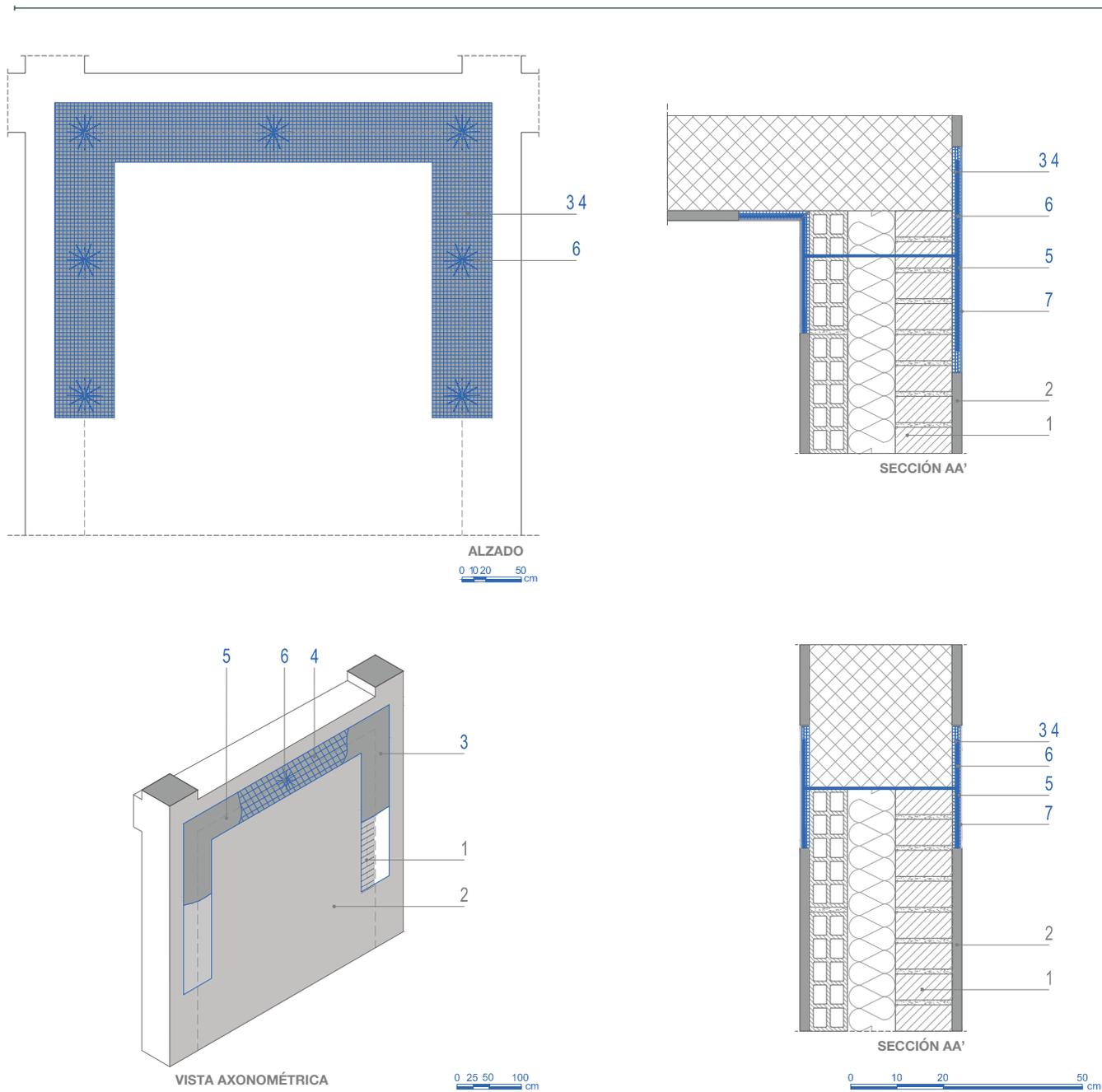
- ←
- 1 | TABIQUE / CERRAMIENTO EXISTENTE
 - 2 | INTONACO EXISTENTE
 - 3 | PLANITOP HDM MAXI
 - 4 | MAPEGRID G 120
 - 5 | PLANITOP HDM MAXI
 - 6 | MAPEWRAP SG FIOCCO
 - 7 | ENLUCIDO

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN →

Para la **realizzazione del fiocco-conector**, se procederá tal y como se indica a continuación:

- Cortar la cuerda de fibras de acero galvanizado de alta resistencia **MAPEWRAP SG FIOCCO** con una amoladora adecuada. "**fiocco**" conector pasante, éste deberá tener una longitud igual al espesor del cerramiento / tabique más los dos extremos a deshilachar (foto A).
- Retirar el marcador de los agujeros previamente realizados (foto B).
- Eliminar de los agujeros tanto el polvo como el material no cohesionado (foto C).
- Insertar en los agujeros la fijación química de viniléster para cargas estructurales **MAPEFIX VE SF** o bien **MAPEFIX EP 385-585** (foto D).
- Insertar seguidamente en los agujeros el **MAPEWRAP SG FIOCCO** (foto E).
- Abrir "en abanico" los extremos de **MAPEWRAP SG FIOCCO** a deshilachar, en ambos lados del refuerzo, utilizando **MAPEWRAP 11** o **12** (foto F).
- Espolvorear con arena de **QUARZO 1,2** a saturación sobre la superficie de la resina aún fresca, para obtener una superficie de agarre adecuada para las aplicaciones sucesivas (foto G).
- Una vez transcurrido el tiempo de curado de **PLANITOP HDM MAXI**, proceder a enlucir con los productos de enlucido de la gama **PLANITOP**.





↓ NOTAS

1. Esta intervención se ajusta a lo estipulado en las "Directrices para la Reparación y Refuerzo de los Elementos Estructurales, Cerramientos y Particiones" redactadas por ReLUIS y Protección Civil italiana y publicadas tras el terremoto de L'Aquila de 2009.

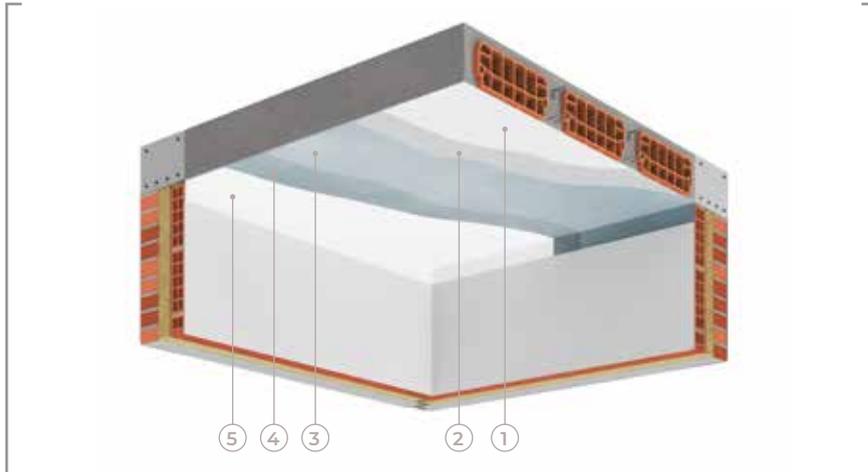
ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS ANTIDESPENDIMIENTO DE FORJADOS DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN

PROTECCIÓN CONTINUA ANTIDESPENDIMIENTO DE FORJADOS DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN CON MAPEWRAP EQ SYSTEM



- 1 | REVOQUE EXISTENTE
- 2 | MAPEWRAP EQ ADHESIVE
- 3 | MAPEWRAP EQ NET
- 4 | MAPEWRAP EQ ADHESIVE
- 5 | PLANITOP 200

PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN

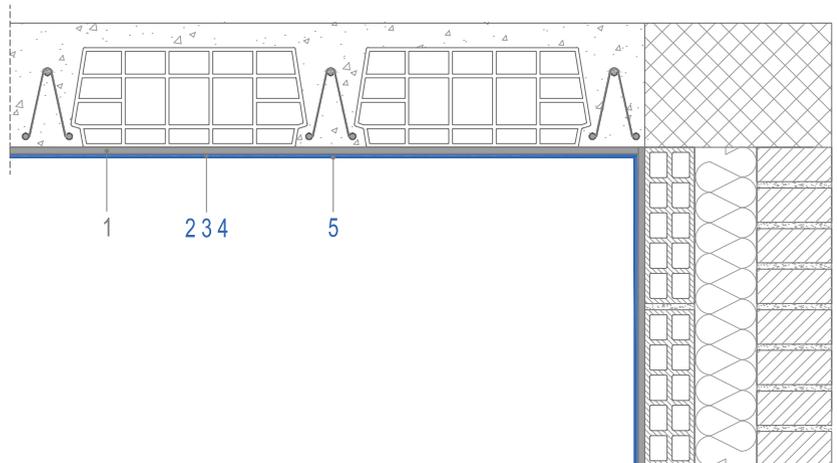


En presencia de un revoque bien adherido al intradós del forjado, se podrá aplicar un sistema antidesprendimiento mediante el uso de **MAPEWRAP EQ SYSTEM**.

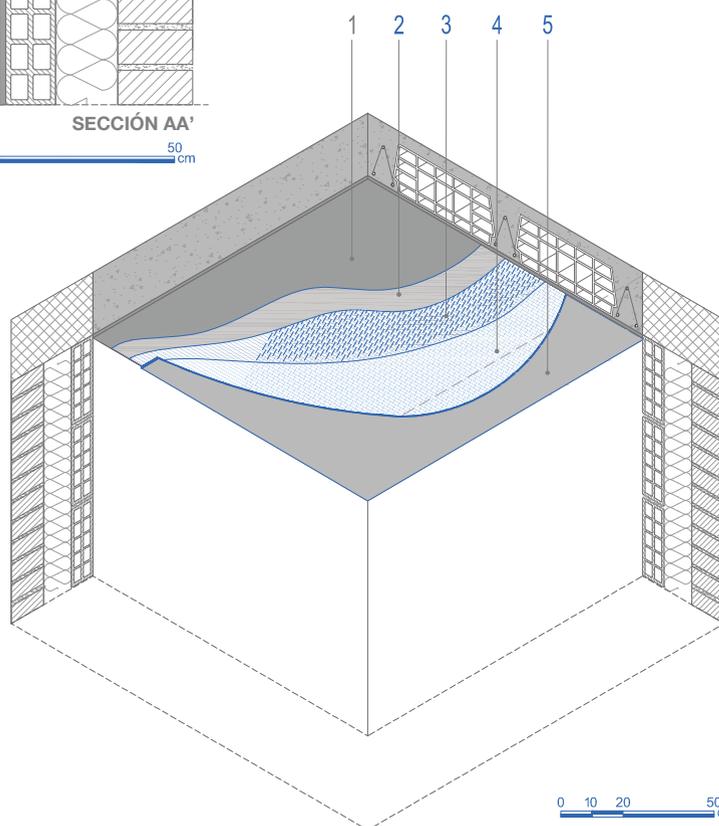
Se puede proceder del modo siguiente:

- Eliminar la pintura del intradós de los forjados hasta alcanzar la superficie del revoque existente. Dicha operación deberá extenderse al menos 10 cm sobre las paredes verticales. Las posibles partes de revoque no cohesionado deberán ser eliminadas y reconstruidas (foto A).
- Cortar el tejido (foto B).
- Aplicar la primera capa del adhesivo **MAPEWRAP EQ ADHESIVE** sobre el intradós de los forjados, extendiéndolo al menos 10 cm sobre las paredes verticales (fotos C y D).
- Colocar, sobre el adhesivo aún fresco, el tejido bidireccional de fibra de vidrio **MAPEWRAP EQ NET** procurando que los tejidos consecutivos se solapen al menos 10-15 cm. Tal y como anteriormente indicado, el tejido deberá prolongarse sobre las paredes al menos 10 cm (foto E).
- Aplicar la segunda capa de **MAPEWRAP EQ ADHESIVE**, de forma que impregne completamente el tejido de refuerzo, mientras la primera capa aún esté fresca (foto F).
- Proceder directamente al enlucido con **PLANITOP 200**, una vez transcurridas 24 horas desde la aplicación del **MAPEWRAP EQ SYSTEM** (foto G).





0 10 20 50 cm



ENFOCA EL CÓDIGO QR

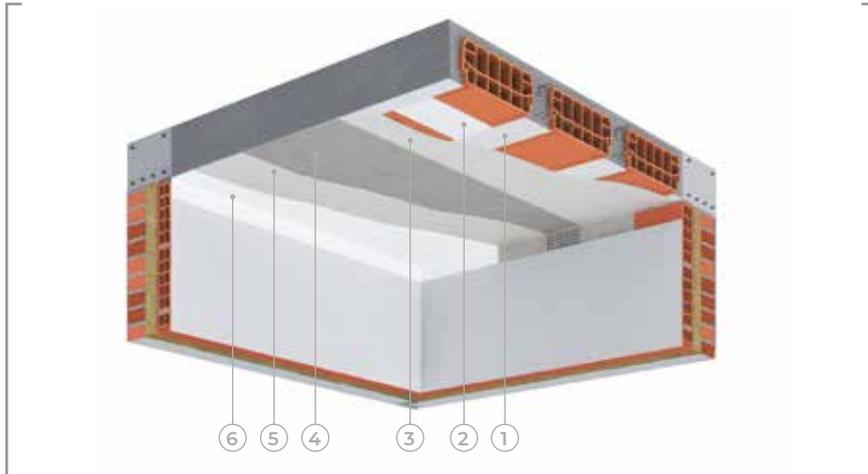
y descárgate la ficha de refuerzo, las fichas técnicas, el dwg, el software de cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA WEB** www.rinforzo-strutturale.it



SISTEMAS ANTIDESPRENDIMIENTO DE FORJADOS DE BOVEDILLA CERÁMICA Y VIGUETAS DE HORMIGÓN

REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE FORJADOS EXPUESTOS A DESPRENDIMIENTOS MEDIANTE REVOQUE ARMADO DE BAJO ESPESOR REALIZADO CON FRCM SYSTEM



- 1 | FORJADO EXISTENTE
- 2 | PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO SINTERIZADO ENCOLADO CON MAPETHERM ARTI GG
- 3 | PLANITOP HDM MAXI
- 4 | MAPEGRID G 120
- 5 | PLANITOP HDM MAXI
- 6 | ENLUCIDO

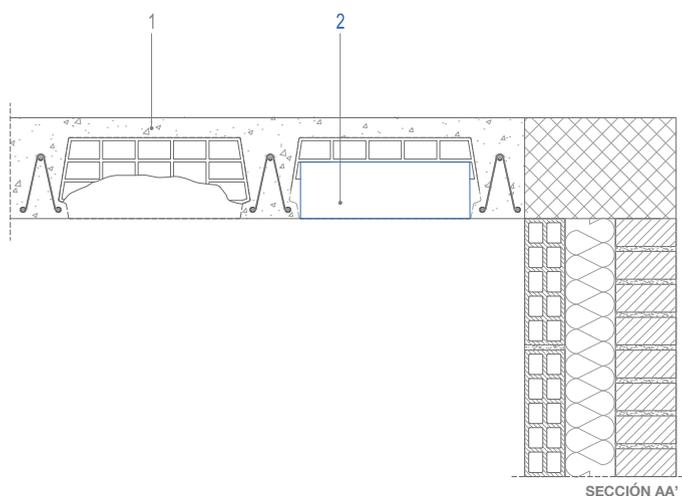
PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE INTERVENCIÓN



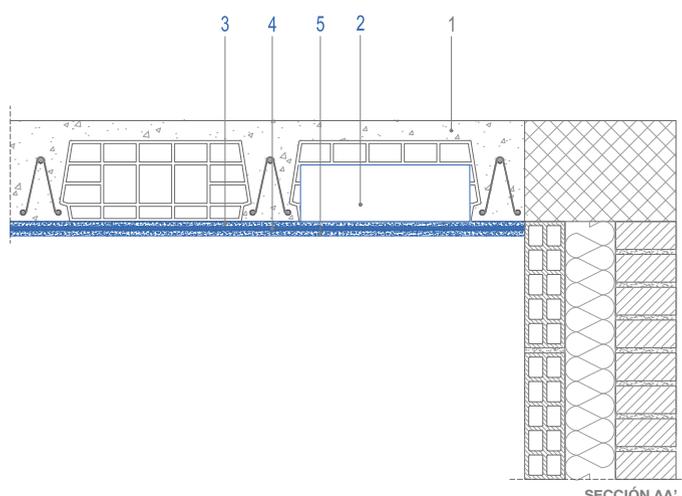
En presencia de un estado evidente de desprendimientos y de revocos no adheridos al soporte, si se contempla la reconstrucción de las partes de rasilla faltantes, se podrá proceder de la manera siguiente:

- Eliminar todos los trozos de rasilla o eventuales fragmentos de ladrillo inestables, junto con el revoque existente. Revisar todas las vigas a fondo. En caso de daños o degradación, proceder a las operaciones de reparación (FICHA 1.B h. a.) (foto A).
- Realizar el relleno de los volúmenes faltantes, en las zonas donde las porciones de bovedilla ya se han desprendido, mediante paneles de poliestireno encolados con el adhesivo y enlucido monocomponente a base de cemento **MAPETHERM ARTI** o la espuma poliuretánica **MAPEPUR** (foto B).
- Proceder a la aspiración del polvo, así como del material no cohesionado y lavar con agua a baja presión de forma que las superficies estén húmedas antes de ejecutar las fases posteriores (foto C).
- Aplicar una primera capa de mortero cementoso bicomponente fibrorreforzado de elevada ductilidad **PLANITOP HDM MAXI** de 4-5 mm de espesor (foto D).
- Colocar sobre el mortero fresco, la malla de refuerzo de fibra de vidrio resistente a los álcalis **MAPEGRID G 120**, procurando que las bandas consecutivas se solapen en los puntos de unión longitudinal unos 10 cm (foto E).
- Aplicar la segunda capa de mortero **PLANITOP HDM MAXI**, de 4-5 mm de espesor, hasta cubrir total y homogéneamente la malla de refuerzo, de forma que la fibra "trabaje" en su centro (foto F).
- Una vez transcurrido el tiempo de curado de **PLANITOP HDM MAXI** proceder a enlucir con los enlucidos cementosos de la línea **PLANITOP**.



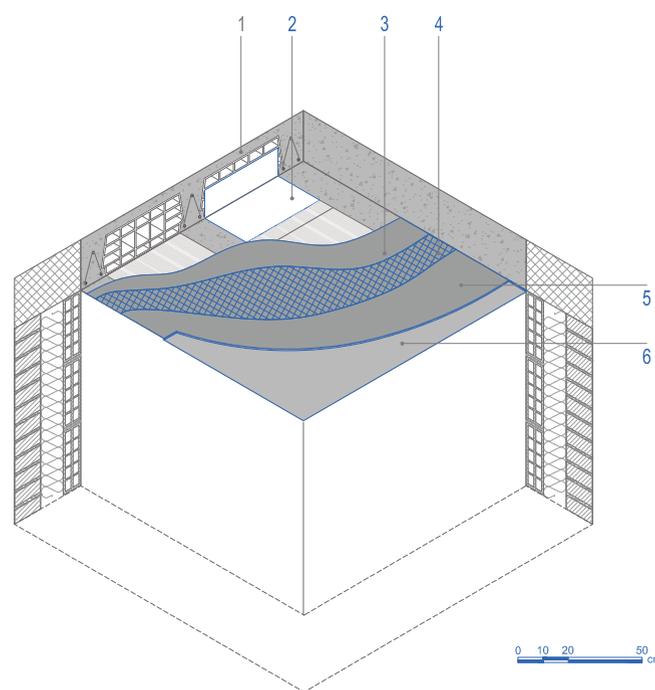


SECCIÓN AA'



SECCIÓN AA'

0 10 20 50 cm



0 10 20 50 cm

NOTAS

1. **PLANITOP HDM MAXI** es un mortero cementoso bicomponente y fibrorreforzado, de elevada ductilidad, a base de aglomerantes de reactividad puzolánica.
2. **PLANITOP HDM MAXI** cumple los requisitos mínimos de la norma UNE EN 998-2 para los morteros de albañilería de la clase M25 así como los requisitos de la norma UNE EN 1504-3 para los morteros no estructurales de la clase R2.

ENFOCA EL CÓDIGO QR
y descárgate la ficha de refuerzo, las
fichas técnicas, el dwg, el software de
cálculo y otras informaciones de utilidad

o bien **DESCÁRGATELOS DESDE LA PÁGINA**
WEB www.rinforzo-strutturale.it



