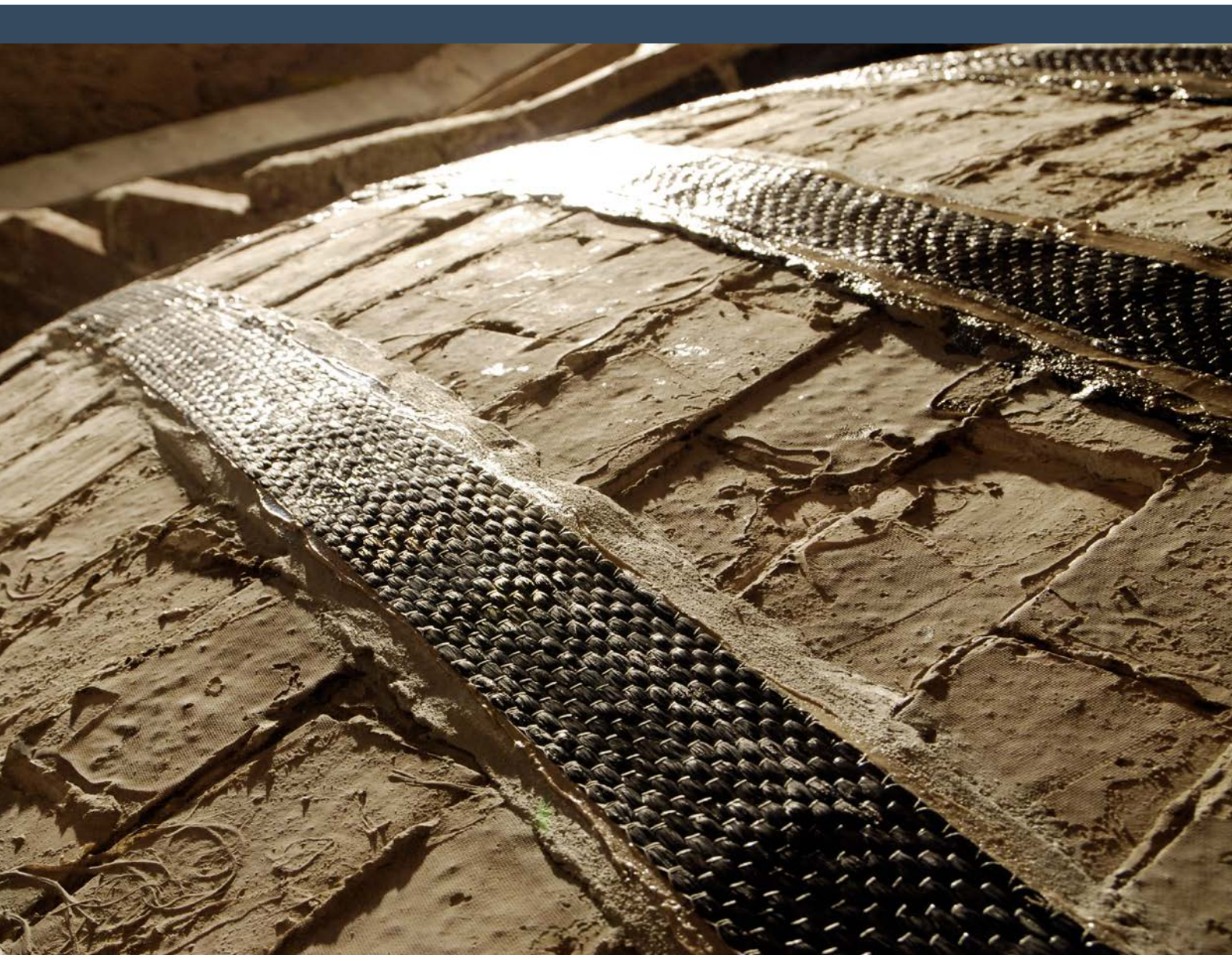


MANUALE DI INSTALLAZIONE DI SISTEMI COMPOSITI CFRP CERTIFICATI - LINEA KIMITECH -



Kimia

PREMESSA

Il presente manuale di installazione è stato realizzato sulla base dei riferimenti forniti dalle Linee Guida del CNR CNR-DT 200 R1/2013 “Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati”.

Se fossero necessarie ulteriori informazioni non riportate nel presente documento, nelle schede tecniche o di sicurezza dei vari prodotti impiegati, contattate il nostro Servizio Tecnico ed i nostri referenti tecnico-commerciali di zona.

Ricordiamo che il rinforzo strutturale con materiali compositi deve essere applicato SOLO da imprese specialistiche, con comprovata esperienza ed opportunamente formate ed istruite.

Kimia è in contatto con imprese che da anni applicano materiali FRP per il consolidamento strutturale, in grado di dimostrare la loro esperienza attraverso gli attestati di partecipazione ai nostri corsi teorico-applicativi nonché alle referenze dei molteplici lavori eseguiti. Qualora desideriate essere messi in contatto con tali applicatori specializzati, contattate i nostri referenti tecnico-commerciali di zona.

INDICE

1.	TIMELINE SPERIMENTAZIONI	5
2.	QUATTRO DECADI DI CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI	9
3.	SISTEMI CERTIFICATI KIMIA	12
4.	PRODOTTI	13
4.1.	Lamine e tessuti	13
4.1.1.	Generalità	13
4.1.2.	Note per il taglio e la movimentazione	13
4.2.	Resine	14
4.2.1.	Prodotti	14
4.2.2.	Note applicative e di sicurezza comuni a tutte le resine impiegate	15
5.	APPLICAZIONE	17
5.1.	Analisi pre-progetto	17
5.2.	Verifica ed eventuale risanamento del substrato	17
5.2.1.	Substrati in grado di garantire adesioni superficiali adeguate	17
5.2.2.	Substrati non in grado di garantire adesioni superficiali adeguate	18
5.3.	Preparazione del supporto	18
5.4.	Applicazione del rinforzo	19
5.4.1.	Condizioni di posa	19
5.4.2.	Primerizzazione con Kimicover FIX	20
5.4.3.	Stesura dell'adesivo epossidico Kimitech EP-TX	20
5.4.4.	Applicazione del rinforzo Kimitech CB, Kimitech CBA o Kimitech PLATE	20
5.4.5.	Impregnazione di tessuti Kimitech CB o CBA con resina Kimitech EP-IN	21
5.4.6.	Ancoraggi con Kimitech FIOCCO CB o Kimitech FRP-LOCK	22
5.4.7.	Completamento delle operazioni	23
6.	I SERVIZI DI SUPPORTO OFFERTI DA KIMIA	24
6.1.	Giustificazione tecnica e dimensionamento di eventuali modifiche di progetto	24
6.2.	Verifica dell'idoneità del supporto prima dell'applicazione dei rinforzi	24
6.3.	Verifiche di accettazione sui materiali forniti	24
6.4.	Ispezioni ed indagini in situ durante l'applicazione	25
6.5.	Prove di collaudo	26
6.5.1.	Prova di strappo normale	27
6.5.2.	Prova di strappo a taglio	27
7.	ESEMPI DI IMPIEGO	28



1. TIMELINE SPERIMENTAZIONI

PRIMA

validazione delle prestazioni di sistemi CFRP presso l'ICITE (ora ITC CNR). Test di trazione e verifica dell'allungamento del sistema composito a base di fibra di carbonio da 300 g/mq



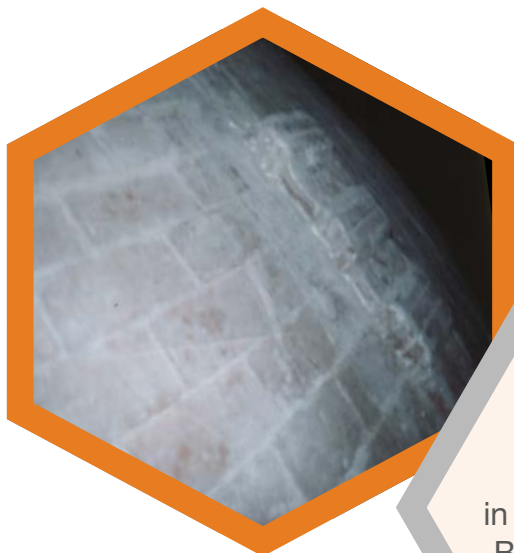
1982

RESINE

Caratterizzazione meccanica delle performance delle resine Kimitech EP-IN ed EP-TX effettuata presso ISTDIL e Istituto Giordano.

1983

1999



S. BIAGIO IN FRASSINETO

Il consolidamento strutturale della cupola in mattoni della chiesa di S. Biagio è tra i primi cantieri documentati con materiali compositi in Italia e nel Mondo.





ANALISI DURABILITA'

e della compatibilità
nel tempo effettuata con
l'Università Politecnica delle
Marche (dipartimento DACS),
su interventi di recupero
con compositi realizzati
oltre 20 anni prima.



2003

2006

2012

PROVE SU SISTEMI

Estensiva campagna di
caratterizzazione dei sistemi
compositi con l'Università
degli Studi di Napoli Federico II
Il riguardante gran parte
dei sistemi prodotti
all'epoca.



PROVE SU VARIANTI

Caratterizzazione delle
prestazioni dei sistemi
effettuata dall'Università degli
Studi di Perugia, con le
varianti di resine a maggior
tixotropia, viscosità e a
presa rapida.



Pietà Rondanini, Castello Sforzesco, Milano.

Lo spostamento della statua di Michelangelo nella nuova collocazione è stata l'occasione per posizionarla su di uno speciale basamento antisismico, a cui è ancorata attraverso una versione ottimizzata di Kimitech FRP-LOCK, prodotta da Kimia.



2. QUATTRO DECADI DI CONSOLIDAMENTI STRUTTURALI



1983
Chiesa di San Biagio, in Frassineto (AR). Tra i primi esempi al mondo di consolidamenti strutturali con materiali compositi FRP.



1991
Sala Norsa, Assisi (PG). L'edificio consolidato con materiali Kimia nel '91, resistette al terremoto del 1997, fungendo da base d'appoggio per i soccorsi.



2003
Teatro San Carlo, Napoli. Nel più antico teatro d'opera al mondo, le tecnologie Kimia sono state impiegate per il miglioramento statico delle strutture di copertura.



Nuovo Museo degli Innocenti MUDI, Firenze. Rinforzo delle murature per questa imponente struttura, nell'ambito del rinnovo degli spazi museali.



Basilica di San Francesco d'Assisi (PG). Consolidamento strutturale di parte del complesso monumentale con la fasciatura dei pilastri, in fibra di carbonio.



Viadotto Italia, Autostrada A3 (CS). La tecnologia Kimia ha raggiunto anche il viadotto più alto d'Italia, con i consolidamenti effettuati sulle pile tramite fasciature in carbonio.

3. SISTEMI CERTIFICATI KIMIA

La gamma Kimia si compone di sistemi FRP certificati, adatti ad ogni impiego tecnico. Di seguito riportiamo il quadro completo dei sistemi certificati.

Sistemi da impregnare in situ realizzati con tessuti in carbonio ad alta resistenza:

Tessuto di rinforzo	Tessitura	Grammatura [g/mq]	Primer*	Resina d'incollaggio**	Resina d'impregnazione	Classe di resistenza
Kimitech CB 320	Unidirezionale	300	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C
Kimitech CB 420	Unidirezionale	400	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C
Kimitech CB 620	Unidirezionale	600	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C
Kimitech CB 820	Unidirezionale	800	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C
Kimitech CB ST 300	Bidirezionale	300	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C
Kimitech CB 380 MTX	Quadriassiale	380	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	210C

Sistemi da impregnare in situ realizzati con tessuti in carbonio ad alto modulo

Tessuto di rinforzo	Tessitura	Grammatura [g/mq]	Primer*	Resina d'incollaggio**	Resina d'impregnazione	Classe di resistenza
Kimitech CBA 320	Unidirezionale	300	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	350/2800C
Kimitech CBA 420	Unidirezionale	400	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	350/1750C
Kimitech CBA 620	Unidirezionale	600	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN	350/1750C

Lamina preformata in carbonio

Tessuto di rinforzo	Tessitura	Grammatura [g/mq]	Primer*	Resina d'incollaggio***	Resina d'impregnazione	Classe di resistenza
Kimitech PLATE	Unidirezionale	-	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	-	C150/2300

* Consumo variabile in funzione del supporto: 0,2 Kg/m² (nel caso di supporti in CLS o legno); 0,3 Kg/m² (nel caso di supporti in muratura); 0,5 Kg/m² (nel caso di supporti in canna e gesso).

** Consumo variabile in funzione del supporto: 2,5 Kg/m² (nel caso di supporti in acciaio o CLS); 3 Kg/m² (nel caso di supporti in legno); 3,5 Kg/m² (nel caso di supporti in muratura); 4 Kg/m² (per supporti in canna e gesso).

*** Consumo variabile in funzione del supporto: 3,5 Kg/m² (nel caso di supporti in acciaio o CLS); 4 Kg/m² (nel caso di supporti in legno); 4,5 Kg/m² (nel caso di supporti in muratura); 5 Kg/m² (per supporti in canna e gesso).



4. PRODOTTI

4.1. Lamine e tessuti

4.1.1. Generalità

In funzione dell'applicazione e dello specifico progetto, possono essere utilizzate lamine preformate (Kimitech PLATE) o tessuti in carbonio ad alta resistenza (Kimitech CB) od alto modulo (Kimitech CBA) con diversa disposizione delle fibre (unidirezionali, multidirezionali) grammatura e larghezze.



I tessuti e le lamine facenti parte dei sistemi certificati Kimia sono le seguenti:

Tessuto di rinforzo	Tessitura	Tessuto di rinforzo	Tessitura
Kimitech CB 320	Unidirezionale	Kimitech CBA 320	Unidirezionale
Kimitech CB 420	Unidirezionale	Kimitech CBA 420	Unidirezionale
Kimitech CB 620	Unidirezionale	Kimitech CBA 620	Unidirezionale
Kimitech CB 820	Unidirezionale		
Kimitech CB ST 300	Bidirezionale		
Kimitech CB 380 MTX	Quadriassiale		
		Tessuto di rinforzo	Tessitura
		Kimitech PLATE	Unidirezionale

I rotoli sono etichettati e identificati da un numero univoco, che ne indica il lotto. La lunghezza standard dei rotoli è di 50 metri.

4.1.2. Note per il taglio e la movimentazione

Note per il taglio e la movimentazione di tessuti:

- Il taglio e la preparazione delle varie strisce e lamine deve avvenire prima della miscelazione delle resine.
- Utilizzare delle forbici professionali e affilate per il taglio a misura delle strisce di tessuto.

Maneggiare le lamine e i tessuti con cura (in particolare i CBA ad alto modulo che hanno scarsissima resistenza a taglio) e assicurarsi di non danneggiarli e di non ripiegarli mai su se stessi (nel caso in cui le strisce di tessuto da applicare siano molto lunghe e difficili da maneggiare, è possibile utilizzare dei tubi di cartone o di altro materiale per avvolgerle).

- Quando serve tagliare longitudinalmente strisce di tessuto unidirezionali per permettere la lavorazione con larghezze diverse da quelle standard, eseguire il taglio tra due fili (yarn) adiacenti, recidendo la trama termosaldata. I tessuti tagliati devono essere maneggiati con estrema cura per evitare sfilacciamenti o perdite di allineamento tra i vari fili.

Note per il taglio e la movimentazione delle lamine:

- Srotolare la lamina facendo molta attenzione all'estremità libera che potrebbe far danni a cose o persone. In queste fasi è indispensabile l'utilizzo di guanti ed occhiali protettivi, in

quanto potrebbero essere presenti parti di lamina o di fibre libere.

- Il taglio delle lamine in cantiere può essere eseguito mediante un flessibile o un seghetto.
- Per evitare l'eccessivo sviluppo di polveri, si consiglia di nastrare preventivamente la lamina prima del taglio. Fissare bene le due estremità della parte da tagliare ed eseguire il taglio perpendicolare alla direzione principale delle fibre.
- Fare attenzione al fatto che la fibra di carbonio è un ottimo conduttore di elettricità. E' necessario adottare le opportune precauzioni e protezioni quando si opera il taglio in prossimità di apparecchiature elettriche o elettroniche.
- Pulire le lamine con un panno pulito, imbevuto di Solvente EPOX, al fine di rimuovere qualunque residuo di polvere o grasso. Prima di applicare l'adesivo epossidico, assicurarsi che il solvente sia totalmente evaporato e la superficie della lamina sia completamente pulita e asciutta.

4.2. Resine

4.2.1. Prodotti

Kimicover FIX (primer)

- Descrizione: resina epossidica bicomponente formulata per consolidare supporti porosi e friabili in calcestruzzo, calce, gesso, cotto, rendendo le superfici compatte, antipolvere, ottimali per un buon ancoraggio di successivi rinforzi.
- Packaging: bottiglia (Parte A da 1,3 Kg) + secchiello (parte B da 4,7 Kg) in plastica; secchielli in plastica (parte A da 4 Kg; parte B da 14 Kg).
- Applicazione: a pennello, rullo o a spruzzo.



Kimitech EP-TX (resina di incollaggio) disponibile anche nella variante Kimitech EP-TX/311

- descrizione: adesivo bicomponente tixotropico a base di resine epossidiche in grado di svolgere la duplice funzione di resina di incollaggio per i tessuti della famiglia Kimitech CB e Kimitech CBA e le lamine Kimitech PLATE e di strato di regolarizzazione (grazie alla sua consistenza pastosa permette la corretta regolarizzazione dei supporti evitando la formazione di pericolose bolle d'aria).
- packaging: secchi metallici (parte A da 5 Kg; parte B da 5 Kg); secchi metallici (parte A da 10 Kg; parte B da 10 Kg).
- Applicazione: a spatola.

Kimitech EP-IN (resina di impregnazione) disponibile anche nella variante rapida Kimitech EP-IN/50 e a media viscosità Kimitech EP-IN/CMP

- Descrizione: adesivo bicomponente fluido a base di resine epossidiche usato per impregnare i tessuti della famiglia Kimitech CB e Kimitech CBA.
- Packaging: secchi metallici (parte A da 4 Kg; parte B da 2 Kg); secchi metallici (parte A da

12 Kg; parte B da 6 Kg).

- Applicazione: a pennello.

4.2.2. Note applicative e di sicurezza comuni a tutte le resine impiegate

Stoccaggio e movimentazione

- Conservare le resine in contenitori ermeticamente chiusi, in luogo riparato ed asciutto (in queste condizioni le resine sono stabili per 24 mesi).
- Le resine devono essere movimentate, maneggiate ed applicate con cautela: utilizzare guanti in nitrile, creme di protezione ed occhiali per evitare il contatto con la pelle e gli occhi¹.
- L'area di lavoro deve essere ben ventilata e gli applicatori dovrebbero, durante le lavorazioni, fare degli intervalli frequenti all'aria aperta per evitare rischi per la salute.

Miscelazione

- Mescolare perfettamente la parte A (resina) con la parte B (indurente) impiegando un trapano a basso numero di giri (200-300 al minuto) fino ad ottenere una miscela omogenea di colore uniforme, per circa 3 minuti. Versare il composto in un contenitore pulito e miscelare per un minuto circa, sempre a basso numero di giri ed evitando inglobamento di aria.
- Tutte le sequenze lavorative devono essere pianificate per assicurarsi che l'adesivo sia applicato entro l'80% del pot life corrispondente alla temperatura e quantità di utilizzo.



Pot-life

- Il pot life (tempo di lavorabilità nel secchio) inizia quando la resina e l'indurente sono miscelati. Esso è minore ad alte temperature e maggiore alla basse temperature. Inoltre il pot life dipende anche dalla quantità di resina miscelata. Maggiore è il quantitativo miscelato, minore sarà il pot life.
- Il pot-life delle resine impiegate risulta pari a:

	Kimicover FIX	Kimitech EP-TX	Kimitech EP-IN
Pot-life a +10°C (6 Kg per Kimicover FIX) (10 Kg per Kimitech EP-TX) (6 Kg per Kimitech EP-IN)	3,6 Mpa a 0 minuti 3,8 Mpa a 15 minuti 3,8 Mpa a 30 minuti	3,5 Mpa a 0 minuti 3,6 Mpa a 15 minuti 3,6 Mpa a 30 minuti	3,6 Mpa a 0 minuti 3,6 Mpa a 15 minuti 3,6 Mpa a 30 minuti
Pot-life a +23°C (6 Kg per Kimicover FIX) (10 Kg per Kimitech EP-TX) (6 Kg per Kimitech EP-IN)	3,5 Mpa a 15 minuti 3,5 Mpa a 30 minuti 2,2 Mpa a 45 minuti	3,3 Mpa a 15 minuti 3,3 Mpa a 30 minuti 2,1 Mpa a 45 minuti	3,4 Mpa a 15 minuti 3,2 Mpa a 30 minuti 1,8 Mpa a 45 minuti
Pot-life a +35°C (6 Kg per Kimicover FIX) (10 Kg per Kimitech EP-TX) (6 Kg per Kimitech EP-IN)	3,7 Mpa a 0 minuti 3,9 Mpa a 5 minuti	3,6 Mpa a 0 minuti 3,7 Mpa a 5 minuti	3,7 Mpa a 0 minuti 3,6 Mpa a 5 minuti

¹ Lavare sempre le mani con idoneo detergente al termine delle lavorazioni e prima di consumare cibo, fumare, andare in bagno.
Se i prodotti a base di resine epossidiche vengono in contatto con gli occhi o le membrane mucose, rimuovere immediatamente occhiali o lenti a contatto e sciacquare abbondantemente con acqua pulita per 10-15 minuti, dopo consultare un medico.
Qualunque residuo di resina che viene in contatto con la pelle deve essere immediatamente pulito e la parte interessata sciacquata con acqua tiepida per qualche minuto.
Per maggiori e più dettagliate informazioni riguardo la salute e la sicurezza, far riferimento alla relative Scheda di Sicurezza (MSDS).

Temperature di applicazione ed esercizio

- Rispettare scrupolosamente le minime e le massime temperature previste in relazione a substrato, ambiente e materiali, indicate nelle relative schede tecniche.

Proprietà		Valore	Normativa di riferimento
Temperature limiti, minima e massima, di utilizzo [°C]		0/+27	Da calcolo secondo Istruzioni CNR-DT 200 R1/2013*
Temperatura di transizione vetrosa Tg [°C]	Primer (Kimicover FIX)	+78,5	EN 1504-2:2004 e EN 12614:2004
	Resina di incollaggio (Kimitech EP-TX)	+44,7	
	Resina di impregnazione (Kimitech EP-IN)	+42	

* "Si sconsiglia l'impiego di materiali FRP in presenza di temperature di esercizio superiori a quella di transizione vetrosa ridotta di 15° C." [CNR-DT 200 R1/2013 - 3.5.1 Azioni ambientali e fattore di conversione ambientale (4)]

L'influenza dell'umidità

- Evitare di applicare il sistema in presenza di rischio di condensa superficiale (la temperatura di applicazione deve SEMPRE essere almeno 3°C sopra il punto di rugiada). L'umidità del sottofondo deve essere inferiore al 4% (tutte le superfici da rinforzare devono essere asciutte, e prive di acqua o ghiaccio in superficie).

Pulizia delle attrezzature e smaltimento di confezioni e materiali residui

- Le attrezzature impiegate per la preparazione e posa in opera delle resine devono essere pulite con Solvente EPOX prima dell'indurimento.
- Residui e confezioni devono essere conferiti in discariche autorizzate, in accordo alla vigente normativa. Evitare colature di materiale non indurito in corsi d'acqua, reti fognarie o collettori di scarico: ogni eccesso di materiale non indurito, o rimanenza nel secchio deve essere smaltito come rifiuto pericoloso, in accordo alla vigente regolamentazione. Parti di adesivo indurito e polimerizzato possono essere smaltiti come normale materiale edile di risulta.

5. APPLICAZIONE

5.1. Analisi pre-progetto

Leggere con attenzione le prescrizioni progettuali, chiedere immediatamente ragguagli in caso di dubbi o dettagli che non risultino sufficientemente chiari.

Ispezionare preliminarmente le condizioni del cantiere e le superfici di calcestruzzo da rinforzare e segnalare immediatamente al Responsabile se qualcosa impedisce la corretta esecuzione del lavoro previsto.

Procurarsi tutte le apparecchiature e gli attrezzi necessari, approvvigionare il materiale necessario, oltre a quanto richiesto dallo specifico cantiere.

Proteggere ogni superficie o veicolo in adiacenza alle zone di lavorazione, da polvere o danneggiamenti dovuti alla preparazione o esecuzione dei lavori di rinforzo.

5.2. Verifica ed eventuale risanamento del substrato

Prima di iniziare con la preparazione del substrato per l'applicazione, si deve eseguire un'accurata verifica dello stesso per la rimozione di tutte le parti ammalorate ed in fase di distacco (calcestruzzo degradato, zone di incipiente corrosione, pezzi di cassetta e altro).

In caso di applicazioni su superfici in calcestruzzo o con malte di nuova realizzazione attendere il termine del periodo di stagionatura pari almeno a 28 giorni. Il tempo effettivo di stagionatura dipende dalle condizioni ambientali, dal mix design e dall'effettiva resistenza richiesta.

La resistenza del substrato deve essere verificata su tutti i progetti.

In funzione degli esiti di tali test si procederà alla preparazione dei supporti in modo differente.

5.2.1. Substrati in grado di garantire adesioni superficiali adeguate

I substrati in legno devono essere regolarizzati, spianati o sabbiati per rimuovere ogni traccia di parti incoerenti o materiale friabile dalla superficie.

Il substrato del calcestruzzo e della muratura devono essere preparati meccanicamente, mediante sabbiatura o mediante l'utilizzo di levigatrici orbitali a disco diamantato. Durante queste fasi è fortemente consigliato l'utilizzo di macchine a recupero di polveri, per ridurre il rischio di contaminazioni e per migliorare la salubrità dell'ambiente di lavoro. In ogni caso per queste operazioni si deve indossare un'opportuna maschera protettiva per evitare l'inalazione delle polveri che si creano.

La preparazione meccanica del substrato ha lo scopo di rimuovere lattime di cemento, eventuali tracce di disarmanti, oli, grassi e ogni parte friabile in distacco e di ottenere una superficie regolare e con tessitura aperta. Ogni difetto superficiale deve essere ben visibile in modo da poterlo successivamente sanare.

In presenza di lesioni strutturali statiche, riempirle:

- Nel caso di supporti compatti (pietre, c.a.) -> con resina epossidica tipo Kimitech EP-IN

(disponibile anche in variante a presa ed indurimento rapidi Kimitech EP-IN/50).

- Nel caso di supporti incoerenti (murature) -> con boiacche cementizie (Betonfix 200, anche disponibile in versione tissotropizzata Betonfix 200 TH) o a base calce (Limepor 100 e Limepor IZ8, anche disponibili in versione GEL).

5.2.2. Substrati non in grado di garantire adesioni superficiali adeguate

Qualora le resistenze del supporto fossero insufficienti a impedire la possibile insorgenza di fenomeni di collasso prematuro per peeling (distacco agli estremi), valutare la possibilità di impiegare presidi di ancoraggio ingegnerizzati Kimitech FRP-LOCK per impedire la delaminazione. Nel caso non fosse possibile assicurare un adeguato comportamento dei compositi si raccomanda di NON APPLICARE rinforzi FRP e propendere per soluzioni strutturali alternative tradizionali (ringrossi, placcaggi metallici, inserimento ulteriori elementi resistenti etc etc).

Laddove fosse necessaria la riparazione corticale del calcestruzzo:

- Asportare il calcestruzzo ammalorato (tramite idroscarifica o scalpellatura a mano o meccanica).
- Spazzolare o idrosabbare i ferri (operazione non necessaria qualora la rimozione del calcestruzzo sia stata fatta mediante idroscarifica).
- Posizionare nuovi ferri (se previsto).
- Idrolavare la superficie, saturandola a rifiuto.
- Applicare a pennello su tutti i lati delle armature la malta passivante per i ferri di armatura marcata secondo la EN 1504-7 Betonfix KIMIFER.
- A fresco, applicare a spatola, cazzuola o con mezzi meccanici la malta da ripristino della famiglia Betonfix prescritta dal progettista (classe R3 o R4 secondo le EN 1504-3). Qualora passino più di 8 ore tra la posa del passivante e la successiva applicazione della malta da ripristino: idrolavare il supporto saturandolo a rifiuto; non appena la superficie sarà asciutta, stendere Betonfix KIMIFER a mo' di ponte di adesione ed a fresco applicare la malta da ripristino.

Se il calcestruzzo deve essere riparato, occorre eseguire un ulteriore test dopo che la riparazione è stata completata e correttamente maturata (almeno 7 giorni).

5.3. Preparazione del supporto

Tutte le superfici precedentemente preparate devono essere spazzolate, soffiate con aria compressa e poi pulite con aspirapolvere, al fine di ottenere una superficie senza tracce di polvere.

- Gli angoli esterni e gli spigoli devono essere arrotondati, con un raggio minimo di 20 mm, o secondo le richieste del progetto. Questo può essere fatto mediante levigatura o mediante ricostruzione dell'intero spigolo con malte cementizie o epossidiche.
- Gli angoli interni devono essere arrotondati, mediante la realizzazione di sgusce, realizzate con malte cementizie, a calce o resine epossidiche.

Le superfici da rinforzare devono essere regolarizzate e livellate per assicurare che non ci siano sporgenze superiori a 0,5 mm e la massima tolleranza per 0,3 m di lunghezza della staggia sia inferiore a 4 mm (tanto nel caso di rinforzi planari che su superficie curva) come da raccomandazioni del fib Bulletin 14.

- Nel caso di supporti in c.a. non servirà preparare il supporto con specifici rasanti: lo stucco epossidico Kimitech EP-TX usato per l'incollaggio dei tessuti e delle lamine, grazie alla sua consistenza pastosa, è in grado di regolarizzarlo.
- Strutture in muratura con irregolarità superficiali superiori a 5 mm e diffuse non planarità andranno preparate predisponendo piste di regolarizzazione realizzate con malte a calce strutturali (Tectoria M15, Tectoria M10), eventualmente miscelate con lattice Kimitech B2.



5.4. Applicazione del rinforzo

5.4.1. Condizioni di posa

Verificare sempre le condizioni termoigrometriche ambientali e del supporto per assicurarsi che il lavoro sia fattibile secondo le indicazioni progettuali e che i materiali e le procedure applicative scelte siano idonee alle condizioni ambientali di esposizione della struttura rinforzata.

Immediatamente prima dell'inizio dell'installazione fare un ultimo controllo, verificando che le irregolarità del sottofondo rientrino nelle tolleranze ammesse e che le superfici abbiano un grado di pulizia secondo quanto specificato al paragrafo precedente.

Segnare con del nastro adesivo le aree in cui sarà applicato il rinforzo, secondo le indicazioni progettuali. Questo può essere utile per eseguire le lavorazioni di preparazione solo nelle zone interessate dalla lamine o dai tessuti, ma anche per rimuovere facilmente gli eccessi di adesivo utilizzato ed ottenere un risultato finale del lavoro più pulito.

NB: L'eccesso di adesivo che viene fuori dai lati delle lamine o dei tessuti al momento dell'applicazione deve essere rimosso con la spatola velocemente e buttato via. Non

utilizzare tali parti di adesivo per l'applicazione di altre lamine o tessuti.

5.4.2. Primerizzazione con Kimicover FIX

Applicazione, sulla superficie trattata, di primer a base di resina sintetica bicomponente in dispersione acquosa tipo Kimicover FIX con un consumo minimo di:

- 0,2 Kg/m² (nel caso di supporti in CLS o legno)
- 0,3 Kg/m² (nel caso di supporti in muratura)
- 0,5 Kg/m² (nel caso di supporti in canna e gesso)



5.4.3. Stesura dell'adesivo epossidico Kimitech EP-TX

Successiva stesura a spatola dentata di adesivo epossidico tixotropico a due componenti esente da solventi Kimitech EP-TX.

Il prodotto avrà la funzione di livellare la superficie da rinforzare e di creare uno strato adesivo per la successiva applicazione del rinforzo. Consumo minimo di:

- 2,5 Kg/m² (nel caso di supporti in acciaio o CLS)
- 3 Kg/m² (nel caso di supporti in legno)
- 3,5 Kg/m² (nel caso di supporti in muratura)
- 4 Kg/m² (per supporti in canna e gesso)



5.4.4. Applicazione del rinforzo Kimitech CB, Kimitech CBA o Kimitech PLATE

In caso di tessuti Kimitech CB o Kimitech CBA:

- Posizionare il tessuto (precedentemente tagliato a misura), ancora secco, nella direzione e nella posizione richiesta dal progetto, direttamente sul Kimitech EP-TX fresco.
- Schiacciare il tessuto nello strato di resina, utilizzando il rullino per compositi (rullare sempre nella direzione delle fibre, esercitando una lieve pressione facendo attenzione a non movimentare il tessuto durante questa fase). Rullare fin quando la resina emerge tra le fibre.
- Eliminare ogni eventuale bolla d'aria che possa rimanere intrappolata tra il tessuto e il sottofondo, continuando a rullare nella direzione delle fibre.



In caso di lamine Kimitech PLATE:

- Applicare la resina Kimitech EP-TX sulle lamine, in modo da avere approssimativamente 1 mm di adesivo sui bordi laterali e circa 2 mm di adesivo al centro della lamina.
- Premere la lamina contro il supporto precedentemente spalmato con resina Kimitech EP-TX partendo da un estremo e procedendo fino alla fine della lamina.
- Utilizzando un rullo di gomma, pressare la lamina per tutta la lunghezza fino a che il Kimitech EP-TX in eccesso refluisce lateralmente.
- Rimuovere l'eccesso di resina, che non deve essere riutilizzata per le successive applicazioni.
- E' sempre preferibile applicare le lamine l'una accanto all'altra piuttosto che sovrapposte. Nel caso in cui lo spazio sia limitato e si renda necessaria la sovrapposizione di un secondo strato di lamine, è necessario pulire entrambe le facce delle lamine con Solvente EPOX in ogni parte di contatto. Per l'incollaggio di un secondo strato di lamine, occorre applicare sulla lamina applicata uno strato di Kimitech EP-TX. Occorre evitare che tutto l'adesivo applicato venga fatto fluire durante lo schiacciamento. Fare in modo che uno strato di 0,5 - 1 mm circa di spessore rimanga tra le due lamine.



5.4.5. Impregnazione di tessuti Kimitech CB o CBA con resina Kimitech EP-IN

Tale operazione si rende necessaria in caso di applicazione di tessuti Kimitech CB o Kimitech CBA.

Appena posizionato il tessuto sopra la resina epossidica Kimitech EP-TX ancora fresca, procedere immediatamente all'impregnazione delle fibre in carbonio con resina epossidica bicomponente fluida Kimitech EP-IN applicata a pennello o rullo in più mani e lentamente, in modo che l'impregnazione del tessuto sia completa. Il consumo varierà in funzione della grammatura del tessuto (vedi schede tecniche).

Eventuali ulteriori strati di rinforzo andranno applicati fresco su fresco e subito impregnati con la resina Kimitech EP-IN. Se non fosse possibile procedere immediatamente con l'applicazione del successivo strato di tessuto, prevedere uno spolvero di quarzo a fresco, far trascorrere almeno 12 ore (a +23°C), applicare uno strato di resina epossidica Kimitech EP-IN (consumo minimo 1 Kg/mq) e procedere con l'applicazione di ulteriori strati. Alternativamente allo spolvero di quarzo, trascorse almeno 12 ore (a +23°), carteggiare con carta abrasiva (grana 60) la superficie della prima laminazione, rimuovere accuratamente la polvere, applicare uno strato di resina epossidica Kimitech EP-IN (consumo minimo 1 Kg/mq) e procedere con con l'applicazione di ulteriori strati.

In caso di applicazioni molto sviluppate in lunghezza per cui sia necessario utilizzare più spezzoni di tessuto, eventuali successive sovrapposizioni con altri strati di tessuto dovranno essere sfalsate tra loro lungo la direzione delle fibre, così da non far coincidere tra i vari strati le posizioni dei giunti.

In particolari condizioni di bassa temperatura e/o alto tasso di umidità, si potrebbe formare un leggero strato appiccicoso di pochissimi micron di spessore sulla superficie della resina polimerizzata. Se fosse necessario applicare ulteriori strati di tessuto, si deve prima procedere alla rimozione di questo residuo appiccicoso.

Tale residuo può semplicemente essere rimosso con acqua tiepida e sapone neutro. In ogni caso, prima di qualunque applicazione su uno strato di resina polimerizzata, è necessario che la superficie sia perfettamente asciutta.



5.4.6. Ancoraggi con Kimitech FIOCCO CB o Kimitech FRP-LOCK

Per gli ancoraggi necessari quali presidio di sicurezza contro la delaminazione (fuori calcolo) in corrispondenza delle estremità dei rinforzi qualora si operi su supporti particolarmente scadenti, in caso di spinte ortogonali al piano di posa (che si possono generare nel caso di rinfrozzi intradossali di volte) o angoli concavi (cerchiatura di pilastri in muratura e materiali lapidei caratterizzati da geometrie articolate) verranno utilizzati connettori da realizzare in situ (Kimitech FIOCCO CB) e/o preformati (Kimitech FRP-LOCK).

	Antidelaminazione di estremità	Assorbimento spinte ortogonali al piano di posa	Angoli concavi
Kimitech FIOCCO CB	x	x	x
Kimitech FRP-LOCK	x		

Connettori da realizzare in situ con Kimitech FIOCCO CB

		
Step 1: Taglio a misura del fiocco	Step 2: Taglio della trama in polipropilene all'estremità per almeno 20 cm	Step 3: Sfiocatura dell'estremità
		
Step 4: Impregnazione a pie' d'opera della parte non sfiocata	Step 5: Arrotolamento longitudinale del nastro precedentemente impregnato	Step 6: Fiocco prima dell'inserimento nel perforo

Realizzare a pie' d'opera il connettore attenendosi alla seguente procedura:

- Dopo aver applicato la fascia di rinforzo, perforarla nella zona di ancoraggio, inghisare con resina epossidica o boiacca cementizia o a calce la parte di connettore già impregnata ed indurita.
- Sfioccare la parte non impregnata del fiocco piegandola sul composito ed impregnandola con resina epossidica Kimitech EP-IN.

Connettori preformati Kimitech FRP-LOCK

L'applicazione in situ del presidio di bloccaggio anti-delaminazione Kimitech FRP-LOCK passa attraverso i seguenti step operativi:

- Applicazione del rinforzo secondo le indicazioni di progetto.
- Perforazione del supporto ed Inghisaggio barre da 16 mm di diametro.
- Stesura di resina epossidica bicomponente tixotropica Kimitech EP-TX sulla zona oggetto del successivo placcaggio con Kimitech FRP-LOCK.
- Posa di Kimitech FRP-LOCK e serraggio meccanico.
- Impregnazione del tessuto libero del Kimitech FRP LOCK con resina epossidica bicomponente fluida Kimitech EP-IN.



5.4.7. Completamento delle operazioni

- Qualora siano necessari rivestimenti protettivi a spessore, sulla resina di impregnazione ancora fresca effettuare uno spolvero di quarzo fine ($D_{max} \sim 1 \text{ mm}$) in grado di garantire una adeguata scabrezza superficiale per le successive rasature, che andranno applicate dopo minimo 7 giorni dalla posa del rinforzo.
- Lo spolvero non è necessario qualora si intenda proteggere il rinforzo con una semplice verniciatura protettiva. In particolari condizioni di bassa temperatura e/o alto tasso di umidità, si potrebbe formare un leggero strato appiccicoso di pochissimi micron di spessore sulla superficie della resina polimerizzata. Prima di procedere alla verniciatura, rimuovere questo residuo appiccicoso con acqua tiepida e sapone neutro ed attendere che la superficie sia perfettamente asciutta.

La scelta del rivestimento più idoneo dipenderà dalle condizioni di esposizione.

	Necessitano di spolvero	Esigenza:			
		Finitura estetica	Protezione da...		
			UV	Ingresso di acqua	Contatto permanente con acqua
Impermeabilizzanti Kimicover UNO, DUO, GUANA	Sì			x	
Rasanti Betonfix, Limepor o Tectoria	Sì	x	x		
Verniciatura acrilica Kimicover BLINDO	No	x	x		
Verniciatura epossidica Kimitech K40	No	x			x
Verniciatura poliuretanica Kimicover 301 NF	No	x			x

6. I SERVIZI DI SUPPORTO OFFERTI DA KIMIA

6.1. Giustificazione tecnica e dimensionamento di eventuali modifiche di progetto

Qualora per motivi operativi si rendesse necessaria una qualche modifica del progetto originario, non è possibile operare tali variazioni semplicemente a partire dal confronto delle caratteristiche dei sistemi o dei loro costituenti.

Queste informazioni, di fatto, non sono sufficienti per progettare un rinforzo con materiali compositi, visto che di volta in volta serve considerare una serie di ulteriori parametri che tengono conto di geometria e resistenze originarie degli elementi da rinforzare.

Kimia S.p.A. si rende disponibile a redigere le opportune relazioni tecniche giustificative da fornire al progettista e/o alla D.L. per le loro valutazioni tecniche, a fornire gratuitamente e senza impegno informazioni e strumenti di calcolo ai progettisti utili tanto per dimensionare i loro interventi, quanto per integrare/modificare progetti già delineati proponendo soluzioni paritetiche/migliorative.

6.2. Verifica dell'idoneità del supporto prima dell'applicazione dei rinforzi

Preliminarmente all'applicazione del Sistema di rinforzo, deve sempre essere testata la resistenza del substrato. Questo può essere fatto mediante l'esecuzione di test di pull off.

Questi possono essere eseguiti secondo quanto descritto al §6.2.1 del CNR-DT 200 R1/2013 - "Il substrato può ritenersi idoneo se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono, sulla superficie circolare isolata, una tensione di picco allo strappo non inferiore a 0,9 MPa, nel caso di elementi di c.a., ovvero non inferiore al 10% della resistenza (media) a compressione del supporto, nel caso di murature".

I referenti tecnici di zona di Kimia S.p.A. forniscono assistenza in questa delicata fase: fare le prove in modo corretto e darne una lettura adeguata è essenziale per impostare sin da subito al meglio il lavoro, evitando successivi sbagli o perdite di tempo causati da una sottostima delle insidie e peculiarità dell'intervento.

6.3. Verifiche di accettazione sui materiali forniti

Come previsto al paragrafo 5.7 delle "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP", approvate il 24 luglio 2009, in fase di accettazione la D.L. procederà al:

- Controllo documentale (DdT di consegna dei materiali in cantiere, schede tecniche e di sicurezza dei singoli materiali, dichiarazioni di conformità del laboratorio assicurazione qualità a seguito dei controlli eseguiti sui lotti forniti, documentazione relativa alla marcatura CE delle resine di incollaggio ed impregnazione, CIT relativo al sistema applicato).

- Campionamento dei rinforzi FRP preformati e laminati in situ (devono essere prodotti in cantiere realizzando laminati costituiti da 3 strati), sui cui andranno eseguite prove meccaniche atte a testare modulo elastico e resistenza a trazione dei rinforzi, da effettuare presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, con comprovata esperienza e dotato di strumentazione adeguata per prove su FRP, in tempo ritenuto utile dal Direttore dei Lavori ai fini dell'accertamento della qualità e della conformità alle specifiche di progetto dei rinforzi oggetto di fornitura e comunque non oltre 30 giorni. Devono essere prelevati/realizzati n. 3 campioni in riferimento ad ogni lotto di spedizione e comunque ogni 500 m o frazione di sistema di rinforzo preformato o laminato, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del sistema di rinforzo da uno stesso stabilimento.

Possibili cause di interferenza nei risultati dei test sui provini:

Problemi nella preparazione dei provini

Mancanza di allineamento longitudinale delle fibre, non planarità, errata manipolazione dei tessuti e/o danneggiamento indotto da inadeguati sistemi di taglio e confezionamento dei campioni possono causare alta disomogeneità di risultati nei test a trazione. Qualora non sia possibile fabbricare i provini separatamente, quando vengono ricavati provini da laminati di dimensioni maggiori, per evitare effetti negativi dovuti al taglio, è necessario prendere tutte le precauzioni possibili al fine di evitare la creazione di denti, riseghe, irregolarità. In tal caso si raccomanda di effettuare un taglio di precisione lubrificato ad acqua, con successiva fresatura e rettifica.

Problemi in fase di esecuzione dei test

Frequenti rotture in corrispondenza degli afferraggi e/o alte varianze nei risultati sono tipicamente indicatori di problemi di afferraggio. A tal proposito, al fine di evitare stress flessionali sul campione, gli afferraggi devono essere auto-allineanti, abbastanza lunghi da oltrepassare i tab per circa 10, 15 mm. Nel caso di sistemi di serraggio a cuneo auto-stringenti, le superfici di contatto con il campione devono essere ruvide e sempre adeguatamente pulite. In caso di afferraggi idraulici le superfici di contatto possono essere lisce. Anche un minimo disallineamento dei campioni (dovuto a disassamento degli afferraggi, errato posizionamento del composito nella macchina di prova e/o spessore non uniforme dei tab incollati) può causare rotture premature ed inficiare in modo significativo i valori finali registrati.

Nel caso di rinforzi FRP laminati in situ, dovranno essere obbligatoriamente controllate anche:

- le caratteristiche fisiche dei vari tessuti utilizzati, in particolare la massa per unità di area (ISO 3374);
- le proprietà meccaniche dell'adesivo strutturale impiegato per l'incollaggio del rinforzo, con particolare riguardo alla resistenza a taglio da prove di un giunto adesivo (ISO 4587).

I nostri tecnici presidieranno le operazioni di accettazione, fornendo tutte le delucidazioni del caso richieste dalle D.L.

6.4. Ispezioni ed indagini in situ durante l'applicazione

Durante le fasi di lavorazione ed applicazione occorre un monitoraggio costante di tutti gli aspetti operativi; dalla preparazione alla miscelazione.

Tutte queste fasi devono essere supervisionate ed annotate, in particolare:

- La preparazione e la verifica di idoneità del substrato
- L'identificazione e l'annotazione del numero di lotto di tutti i materiali utilizzati
- Le procedure di miscelazione della resina
- L'applicazione della resina sul substrato e l'impregnazione ed il posizionamento del tessuto
- Le condizioni di umidità e temperatura di maturazione ed indurimento della resina
- Le prove in situ eseguite sui materiali applicati
- Ogni altro dettaglio relativo alle specifiche richieste ed alle prescrizioni legate al progetto

Al completamento dell'installazione e dell'indurimento della resina, è necessario procedere ad una verifica della qualità dell'applicazione, punto per punto, controllando che la resina abbia impregnato completamente il tessuto o sia polimerizzata correttamente.

Piccole delaminazioni o bolle possono essere iniettate con una resina epossidica per ristabilire la completa adesione tra il substrato ed il sistema di rinforzo.

Se venissero rinvenuti dei difetti in aree maggiori di 25x25 mm, si rende necessario riparare la zona e rieseguire localmente il rinforzo. Tutte le riparazioni dovranno essere eseguite seguendo le stesse procedure e le stesse fasi dell'applicazione originaria.

Se in questa fase venissero rinvenuti difetti estesi, sarà necessario procedere alla rimozione del sistema applicato e alla sua nuova applicazione, oppure sarà necessario applicare un numero aggiuntivo di strati di FRP. Il tipo di riparazione necessario, le preparazioni, il numero di strati aggiuntivi necessari, così come le lunghezze di sovrapposizione, devono sempre essere approvate dall'Ingegnere Strutturista responsabile del progetto.

Per verificare l'eventuale presenza di bolle d'aria tra la lamina Kimitech PLATE e l'adesivo o tra l'adesivo e il substrato è possibile battere leggermente la superficie della lamina, in diversi punti, con una barretta metallica (ad es. con un cacciavite). Le zone con presenza di vuoti "suoneranno" diverse dalle zone piene e senza vuoti. Nel caso in cui le zone con presenza di vuoti o bolle d'aria siano significative, questo potrebbe compromettere la regolare trasmissione degli sforzi tra il sottofondo e la lamina. Sarà quindi necessario procedere alla rimozione della lamina e all'esecuzione di un nuovo placcaggio.

Prima dell'inizio di ogni cantiere, i nostri referenti tecnici provvederanno a prender visione del cantiere, effettuare un tutoring applicativo alla presenza di applicatori e D.L. allo scopo di accertarsi che tutte le caratteristiche tecnico-applicative dei materiali siano note e che le peculiarità operative del cantiere vengano adeguatamente affrontate.

A seguito del sopralluogo, quale promemoria, verranno lasciati moduli contenenti una check list dettagliata delle attività da svolgere in funzione delle specifiche esigenze del cantiere e del tipo di rinforzo da applicare.

Tali moduli, da compilare giornalmente, potranno essere acquisiti dalle D.L. per sincerarsi della correttezza delle operazioni.

Qualora durante le operazioni si rendessero necessari dei test di pull-off per verificare specifici parametri applicativi, Kimia è in grado di supportare imprese e D.L. mettendo a loro disposizione strumentazione, consigli tecnici e tutoring per ottimizzare tempi e costi impostando in modo corretto prove realmente significative.

6.5. Prove di collaudo

Secondo quanto chiarito al paragrafo 5.8.1 delle "Linee guida per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Collaudo di Interventi di Rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP", approvate il 24 luglio 2009, in fase di collaudo, per gli interventi di maggiore importanza o considerevole estensione, è possibile, ma non obbligatorio, eseguire un congruo numero di prove non distruttive e semidistruttive.

Prima dell'inizio di ogni cantiere, i referenti tecnici di Kimia S.p.A. evidenzieranno a D.L. ed imprese

la necessità di allestire un congruo numero di zone testimoni per permettere al collaudatore, qualora lo ritenga opportuno, di eseguire successivamente eventuali prove semidistruttive.

Tali zone, suddivise in fazzoletti di dimensioni superiori a 500x200 mm², devono presentare un'estensione totale minima di 0,1 m².

I fazzoletti:

- vanno realizzati all'atto del rinforzo, con gli stessi materiali e con le medesime modalità previste per il rinforzo principale, in zone in cui la rimozione del rinforzo non comporti alterazione dei meccanismi di collasso;
- devono inoltre essere esposti alle stesse condizioni ambientali del rinforzo principale e, se in numero maggiore di uno, devono essere distribuiti in maniera omogenea.

6.5.1. Prova di strappo normale

La prova, utile per il solo accertamento delle proprietà del substrato ripristinato, viene eseguita utilizzando piastre circolari di acciaio di spessore 20 mm e con diametro pari ad almeno 3 volte la dimensione caratteristica dell'inerte del calcestruzzo del substrato, e comunque non inferiore a 40 mm (tipicamente 50 mm).

Il rinforzo deve essere tagliato attorno al bordo della piastra, prima della prova, con una fresa cilindrica retta avendo cura di non surriscaldare il composito e di ottenere l'incisione anche del substrato per uno spessore di 1-2 mm.

Come chiarito nel CNR-DT 200 R1/2013 al paragrafo 6.2.1 "Il substrato può ritenersi idoneo se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono, sulla superficie circolare isolata, una tensione di picco allo strappo non inferiore a 0.9 MPa, nel caso di elementi di c.a., ovvero non inferiore al 10% della resistenza (media) a compressione del supporto, nel caso di murature. Inoltre la superficie di strappo deve essere contenuta all'interno del substrato e non coincidere con l'interfaccia composito-substrato. Nel caso in cui la superficie di strappo coincida con l'interfaccia composito-substrato, l'accettazione della prova è lasciata alla discrezionalità del Direttore dei Lavori".

6.5.2. Prova di strappo a taglio

La prova risulta particolarmente significativa per l'accertamento della qualità dell'incollaggio. È eseguibile solo se è possibile tirare una porzione di materiale composito nel proprio piano in corrispondenza di uno spigolo staccato dal substrato.

Come chiarito nel CNR-DT 200 R1/2013 al paragrafo 6.2.1, "La qualità dell'incollaggio e della preventiva preparazione della superficie di applicazione possono ritenersi accettabili se almeno l'80% delle prove (almeno due su tre nel caso di sole tre prove) forniscono una forza di strappo di intensità non inferiore all'85% del valore della forza di progetto massima, ricavato attribuendo un valore unitario al coefficiente kb".

7. ESEMPI DI IMPIEGO

	Sistemi da impregnare in situ			Lamine preformate
	Unidirezionali	Bidirezionali	Quadriassiali	
	Kimitech CB 320 Kimitech CB 420 Kimitech CB 620 Kimitech CB 820 Kimitech CBA 320 Kimitech CBA 420 Kimitech CBA 620	Kimitech CB ST 300	Kimitech CB 380 MTX	Kimitech PLATE
Strutture in muratura				
Rinforzo di maschi murari per azione nel piano e fuori dal piano	x	x		x
Cerchiatura di edifici in muratura	x			
Cordoli in laterizio lamellare	x			
Cerchiatura di pilastri in muratura	x			
Rinforzo di archi all'estradosso	x			
Rinforzo di archi all'intradosso	x			
Rinforzo di volta a botte all'estradosso	x			
Rinforzo di volte a botte all'intradosso	x			
Rinforzo di volte a crociera all'estradosso	x	x	x	
Rinforzo di volte a crociera all'intradosso	x	x	x	
Rinforzo di volte a padiglione all'estradosso	x	x	x	
Rinforzo di volte a padiglione all'intradosso	x	x	x	
Rinforzo di cupole all'estradosso	x			
Rinforzo di cupole all'intradosso	x			
Strutture in CLS				
Rinforzo con FRP per confinamento e flessione di pilastri	x	x		x (solo per il rinforzo a flessione)
Rinforzo con FRP di nodi perimetrali	x		x	
Rinforzo con FRP di nodi d'angolo	x		x	
Rinforzo a flessione di solai	x			x
Rinforzo a flessione di travi	x			x
Rinforzo a taglio di travi	x			
Rinforzo a flessione e taglio di travi	x	x		x (solo per il rinforzo a flessione)
Altre tipologie d'intervento				
Rinforzo di travi in legno	x	x		x
Rinforzo di solai in legno	x	x		x
Rinforzo di tavolati in legno	x	x		x
Rinforzo di capriate in legno	x	x		x
Rinforzo di volte in camorcanna	x			
Rinforzo di solai in acciaio e voltine	x			x
Rinforzo di travi in acciaio	x			x

Kimia

PRODOTTI & TECNOLOGIE
PER IL RECUPERO EDILIZIO

Kimia S.p.A.

Via del Rame, 73
06134 P.te Felcino PG
Italy

Tel. 0039 075 591 80 71

Fax 0039 075 591 33 78

info@kimia.it

www.kimia.it