




# RINFORZO STRUTTURALE

Sika® CarboDur® / Sika® CarboShear / SikaWrap® / Sika® TRM /  
soluzioni sistematiche Sika con memory®-steel

**BUILDING TRUST**





# SIKA PENSA AL FUTURO

## CARICHI STATICI E DINAMICI, PROLUNGAMENTO DELLA DURATA

Nel corso della vita utile di una struttura portante, i cambiamenti di impiego, gli aumenti di carico o i requisiti più severi delle norme possono rendere necessario il successivo rinforzo strutturale. Sika è uno dei principali offerenti mondiali di materiali compositi in fibra per il rinforzo strutturale. Negli ultimi dieci anni è stata sviluppata, in collaborazione con re-fer, la generazione più recente di rinforzi strutturali con memory®-steel.

- Grazie a soluzioni sistematiche innovative combinate, Sika ha sempre la risposta giusta alle esigenze statiche e dinamiche.
- Tramite il prolungamento mirato della durata degli edifici esistenti con soluzioni riciclabili, Sika assume la responsabilità per l'impiego delle risorse in modo sostenibile e rispettoso dell'ambiente.

# SOMMARIO

**04** Rinforzo sostenibile e orientato agli obiettivi

---

**06** Confronto tra i rinforzi

---

**08** Soluzioni sistematiche Sika - Applicazioni nell'edilizia

---

**10** Soluzioni sistematiche Sika - Applicazioni nelle opere ingegneristiche

---

**12** Trovate la soluzione ottimale di rinforzo

---

**14** Sistemi Sika con materiali compositi in fibra

**15** Sika CarboDur® Lamine

**16** Sika® CarboDur® Lamine per scanalature

**17** Sika® CarboShear L

**19** SikaWrap® Tessuto

**20** Lamine precomprese con il sistema CarboStress®

**23** Sistema Sika® TRM

---

**26** Soluzioni sistematiche Sika con memory®-steel

**28** Procedimento re-plate

**30** Procedimento re-bar

**32** Procedimento re-bar R18

**34** Esempi di applicazioni

---

**38** Controllo della qualità

# RINFORZO SOSTENIBILE E ORIENTATO AGLI OBIETTIVI

Sika lo rende possibile

**RINFORZO STRUTTURALE AFFERMATO** – negli ultimi venti anni, Sika ha rinforzato con successo migliaia di strutture con materiali compositi in fibra in oltre 100 paesi in tutto il mondo. I sistemi Sika in materiale sintetico rinforzato con fibra di carbonio (CFRP) per il rinforzo successivo sono utilizzati soprattutto quando si tratta di cambiamenti d'impiego o aumenti di carico.



## SISTEMA Sika® CarboDur®

Lamine pultruse in CFRP prefabbricate, ad alta resistenza, per rinforzi di flessione su superfici o in fessure. Testato nel sistema con l'adesivo in resina epossidica Sikadur®-30.



## SISTEMA Sika® CarboShear

Sika® CarboShear L, angolo di spinta in CFRP prefabbricato, ad alta resistenza, per travi con angoli per tetti. Testato nel sistema con l'adesivo in resina epossidica Sikadur®-30.



## SISTEMA SikaWrap®

Tessuto unidirezionale in fibra di carbonio per rinforzare travi, supporti ed elementi edili curvi. Testato nel sistema con Sikadur®-330. Adesivo a base di resina epossidica Sikadur®-30.



## SISTEMA Sika® TRM

Rete bidirezionale in fibra di vetro, resistente agli alcali, per il rinforzo e la riparazione di murature. Incorporato nella malta cementizia monocomponente Sika MonoTop®-722 Mur.



I nomi dei prodotti nel catalogo corrispondono alla gamma svizzera dei prodotti. Gli elenchi di equivalenza si possono ottenere dal vostro consulente Sika sul posto.

**INNOVAZIONE memory®-steel** - grazie ad una trasformazione cristallina nel memory-steel® (lega a memoria di forma a base di ferro), il prodotto, che è pretensionato e fissato alla struttura, può generare un carico di tensione. L'effetto di rinvenimento uniforme è causato da un singolo riscaldamento. In collaborazione con Sika, re-fer ha sviluppato vari procedimenti di pretensionamento e li ha testati nel sistema con prodotti complementari Sika.



#### **SISTEMA re-plate**

Fascia pretensionata in memory-steel®, ad ancoraggio finale meccanico e riscaldato. Con protezione antincendio SikaCem® Pyrocoat o protezione anticorrosione SikaCor® EG-1.



#### **SISTEMA re-bar**

Tondini nervati pretensionati in memory-steel®, riscaldato e incorporato nella malta del sistema Sika. Possibilità di applicazioni in fessure, nel calcestruzzo di copertura o nella malta spruzzata (prodotti Sika MonoTop® o SikaGrout®).



#### **SISTEMA re-bar R18**

Tondini pretensionati in memory-steel® per strutture in acciaio, possono essere accoppiati e fissati all'elemento edile. Con sistema anticorrosione SikaCor®.



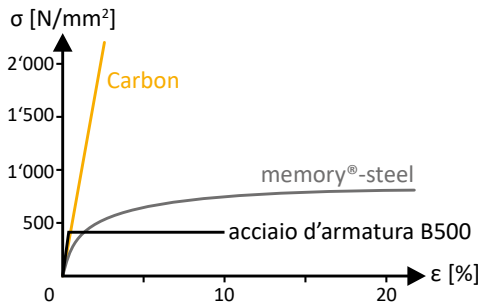
Effetto memoria da vicino

# CONFRONTO TRA I RINFORZI

Pianificare correttamente l'impiego

**PER CARICHI STATICI E DINAMICI E PER AUMENTARE LA DURATA DI SERVIZIO** – Nella vasta gamma di compositi in fibra, acciaio a memoria (memory<sup>®</sup>-steel), e malte di riparazione, si possono trovare soluzioni di rinforzo ottimali per qualsiasi categoria di impatto. Le diverse proprietà del materiale vengono sfruttate e impiegate in modo mirato.

La fibra di carbonio pura raggiunge sollecitazioni di trazione molto elevate con un basso allungamento a rottura. Le lamelle CFRP si delaminano rapidamente al 6 - 8% a causa della fessura di spinta all'estremità della lamella. Per la misurazione, gli allungamenti limite dei materiali compositi in fibra sono di conseguenza specificati. I trasferimenti di forza in caso di terremoto non sono possibili con le lamelle CFRP. L'acciaio a memoria (memory<sup>®</sup>-steel) ha un'elevata duttilità (> 20%) ed è particolarmente indicato per rinforzi antisismici.

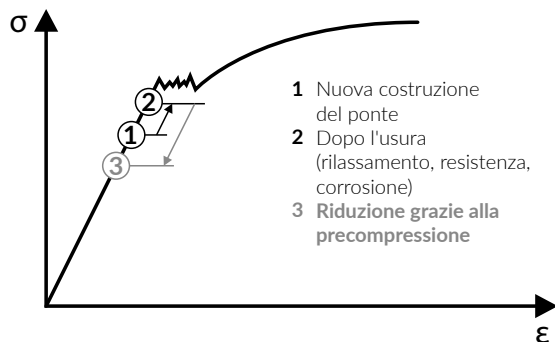


| Elemento di tensione nel calcestruzzo | Allungamento a rottura "duttilità" | Tipo di cedimento "trave di flessione" | Trasferimenti di forza "terremoto" |
|---------------------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| Acciaio d'armatura B500               | > 5%                               | Deformazione del calcestruzzo          | possibile                          |
| Carbonio                              | < 3%                               | Delaminazione precoce e fragile        | impossibile                        |
| memory <sup>®</sup> -steel            | > 20%                              | Deformazione del calcestruzzo          | possibile                          |

I sistemi CFRP sono idonei per l'aumento del carico strutturale di piastre e travi di piegatura, principalmente sotto carico statico e in casi eccezionali sotto carico continuo dinamico. Le soluzioni sistematiche memory-steel<sup>®</sup> sgravano l'armatura interna della costruzione grazie al pretensionamento generato in modo semplice. Dopo il rinforzo i cicli di carico dell'armatura avvengono a un livello di sollecitazione inferiore. La durata della struttura portante può essere aumentata in modo mirato con il pretensionamento del memory<sup>®</sup>-steel nella malta Sika di sostituzione del calcestruzzo. Il robusto provvedimento di rinforzo è idoneo sia per elementi edili statici che per elementi sollecitati dinamicamente in modo permanente. Nel caso di rinforzo sismico, il memory<sup>®</sup>-steel consente i trasferimenti di forza.

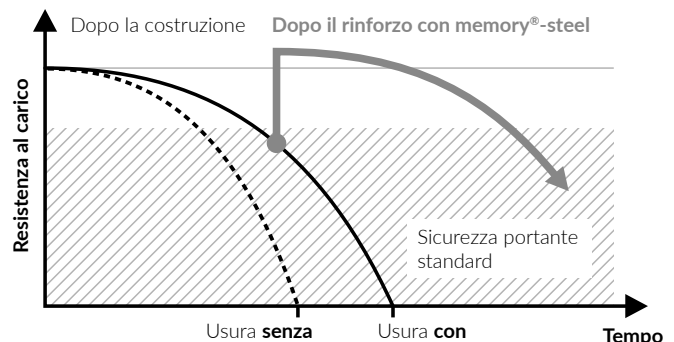
## TENSIONE DELL'ARMATURA INTERNA

### Tensione dell'armatura interna:



## DURATA

### Durata:





CARICO STASTICO /  
DINAMICO



STRESS SISMICO



AUMENTO DELLA DURATA  
DI SERVIZIO

### RINFORZO CON SISTEMI CFRP

Al fine di prevenire la delaminazione prematura dei sistemi CFRP, è necessario rispettare gli allungamenti limite durante la progettazione. I sistemi Sika® CarboDur®, Sika® CarboShear e SikaWrap® sono idonei per aumentare il carico di piastre di piegatura e travi, principalmente sotto carico statico e, in casi eccezionali, sotto carico continuo dinamico.



### RINFORZO CON memory®-steel

La progettazione viene eseguita secondo le norme convenzionali per il calcestruzzo armato. I procedimenti di pretensionamento memory®-steel re-plate e re-bar sono idonei per gli effetti statici (aumento dell'utilità e della capacità di carico), per strutture in calcestruzzo armato e in acciaio, soggette a sollecitazioni dinamiche e sismiche. Il procedimento re-bar in acciaio nervato si può impiegare in modo finalizzato con la malta sistemica per accrescere la durata di servizio di un edificio.



### RINFORZO ASSIALE CON I SISTEMI SikaWrap®

L'avvolgimento ad aderenza, consente l'impiego migliore della fibra di carbonio nei rinforzi assiali. Il sistema SikaWrap® è idoneo per i rinforzi assiali su piloni di sostegno sotto carico statico, come pure sotto carico dinamico continuo. Il sistema è particolarmente idoneo per la riqualificazione sismica. La scheggiatura prematura del calcestruzzo di copertura e la deformazione dell'armatura interna si evitano grazie all'allacciatura.



# SOLUZIONI SISTEMATICHE SIKA

Applicazioni nell'edilizia



## MATERIALI COMPOSITI IN FIBRA

- 1**  
Sistema Sika® CarboDur®
- 2**  
Sistema Sika® CarboShear
- 3**  
Sistema SikaWrap®
- 4**  
Sistema Sika® TRM





# SOLUZIONI SISTEMATICHE SIKA

Applicazioni nelle opere di ingegneria

2

3

## MATERIALI COMPOSITI IN FIBRA

1

Sistema Sika® CarboDur®

2

Sistema SikaWrap®

## memory®-steel

3

Sistema re-bar

2

2



# TROVATE LA SOLUZIONE OTTIMALE DI RINFORZO



## CARICO STATICO / DINAMICO

- Cambi d'impiego
- Modifiche della struttura portante
- Adeguamenti alle norme

### AUMENTO DELL'IDONEITÀ ALL'IMPIEGO

- Ridurre e sigillare le fessure
- Ridurre la flessione
- Limitare la tensione d'uso dell'armatura interna
- Copertura del carico antincendio

#### Per costruzioni in calcestruzzo armato

##### re-plate (ev. con protezione antincendio Sika)

(rinforzi alla flessione)

##### re-bar e malta sistemica Sika

(rinforzi alla flessione e alla spinta)

#### Per costruzioni in acciaio

##### re-bar R18 (con protezione anticorrosione Sika)

(rinforzi alla flessione)

### AUMENTO DELLA SICUREZZA DI PORTATA

- In caso di combinazione con memory<sup>®</sup>-steel: solo per il sostegno del carico rimanente

#### Calcestruzzo armato, sottofondo senza danni

##### Sistema Sika<sup>®</sup> CarboDur<sup>®\*</sup>

(rinforzi alla flessione)

##### Sistema Sika<sup>®</sup> CarboShear<sup>\*</sup>

(rinforzi alla spinta)

##### Sistema SikaWrap<sup>®</sup>

(rinforzi assiali e alla spinta)

#### Calcestruzzo armato, sostituzione necessaria del calcestruzzo

##### re-bar e malta sistemica Sika

(rinforzi alla flessione e alla spinta)

#### Per opere murarie

##### Sistema Sika<sup>®</sup> TRM

(rinforzo / riparazione di opere murarie)

\*In varie norme di singoli paesi (ad esempio in Germania) esistono limitazioni per quanto riguarda i carichi dinamici.



## CARICO SISMICO

- Cambi d'impiego
- Modifiche della struttura portante
- Adeguamenti alle norme

## RISANAMENTI DOPO TERREMOTI, EDIFICI CON SOLLECITAZIONI DINAMICHE

- Rinforzi antisismici
- Rinforzo delle pareti e deviazione dei carichi sismici delle fondamenta

### Per costruzioni in calcestruzzo armato

#### Sistema SikaWrap®

(avvolgimenti, rinforzi assiali)

#### re-bar e malta sistemica Sika

(rinforzi sulle pareti, alla flessione e alla spinta)

### Sigillatura di giunti di accoppiamento

#### re-plate (ev. con protezione antincendio Sika)

(sovrappressione attiva)

### Per opere murarie

#### Sistema Sika® TRM

(rinforzo / riparazione di opere murarie)

#### Soluzioni sistematiche con memory®steel

(Trasmissione di carico verticali e orizzontali alle fondamenta / sovrappressione delle muratura)

### Per costruzioni in acciaio

#### re-bar R18 (con protezione anti corrosione Sika)

(rinforzi alla flessione)



## AUMENTO DELLA DURATA DI SERVIZIO

- Invecchiamento degli edifici
- Calcestruzzo deteriorato / carbonato
- Problemi di indebolimento
- Ripristino / aumento delle resistenze di carico

## RIQUALIFICAZIONE COMPLETA DI EDIFICI

- Ridurre e chiudere le fessure
- Ridurre la flessione
- Ridurre le tensioni dell'armatura esistente
- Sostituzione del calcestruzzo

### Calcestruzzo armato, sostituzione necessaria del calcestruzzo

#### re-bar e malta sistemica Sika

(rinforzi alla flessione e alla spinta / contro l'indebolimento, flessioni e fessure / sostituzione del calcestruzzo con malta da riparazione Sika)

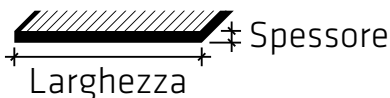
### Per costruzioni in acciaio

#### re-bar R18 (con protezione anti corrosione Sika)

(rinforzi alla flessione / contro l'indebolimento)

# SISTEMI SIKA CON MATERIALI COMPOSITI IN FIBRA

## LAMINE PREFABBRICATE IN CFRP (LAMINATE IN FABBRICA)



Sezione di dimensionamento = Larghezza x spessore della lamina



| Sika® CarboDur®<br>Lamine   | Sika® CarboDur®<br>Lamine rettangolari  | Sika® CarboShear L<br>Angolari  | Sikadur®<br>Adesivo   |
|---|---|---|---|
| <p>Lamine prefabbricate in CFRP in varie misure, ad alta resistenza, per rinforzo alla flessione di opere in calcestruzzo armato, in muratura, in acciaio, in alluminio e in legno.</p> <p>Sono disponibili due tipi differenti con caratteristiche diverse del materiale.</p> <p>La lamine si incollano con Sikadur®-30.</p> | <p>Lamine prefabbricate in CFRP in varie misure, ad alta resistenza, per il rinforzo di calcestruzzo, legno e opere murarie, come pure elementi edili a bassa resistenza alla trazione adesiva.</p> <p>Le lamine vengono incollate nelle scanalature con Sikadur®-30, Sikadur®-330 oppure Sika AnchorFix®-3030.</p> | <p>Angolari prefabbricati in CFRP in varie misure, ad alta resistenza, per il rinforzo di spinta di strutture in calcestruzzo armato. Gli angolari si incollano con Sikadur®-30.</p> <p>L'ancoraggio si può eseguire anche tramite spatolatura dentata brevettata con Sika AnchorFix®-3030 nella zona di pressione della soletta in calcestruzzo.</p> | <p><b>Sikadur®-30 Normal</b><br/>Adesivo tixotropico bicomponente per armature.</p> <p><b>Sikadur®-330</b><br/>Resina da impregnazione bicomponente per l'incollaggio di SikaWrap® con un peso superficiale fino a circa 400 g/m².</p> <p><b>Sika AnchorFix®-3030</b><br/>Adesivo bicomponente per ancoraggi.</p> |

## TESSUTO IN FIBRE DI CARBONIO UNIDIREZIONALI (LAMINATO IN CANTIERE)



Sezione di dimensionamento (spessore teorico finale del laminato)  
= peso della fibra / densità delle fibra di carbonio asciutta



| SikaWrap® Tessuto   | Sikadur® Adesivo   |
|---|--|
| <p>Tessuto in fibre di carbonio unidirezionali per il rinforzo travi, pilastri ed elementi edili curvi. SikaWrap®-231 e SikaWrap®-301 si incollano nel procedimento a secco con Sikadur®-330.</p> | <p><b>Sikadur®-330</b><br/>Resina da impregnazione bicomponente per l'incollaggio di SikaWrap® con un peso superficiale fino a circa 400 g/m².</p> |

# Sika® CarboDur® Lamine

**Sika® CarboDur®** è costituito da lamine prefabbricate e pultruse in materiale sintetico rinforzato con fibra di carbonio per il rinforzo esterno di strutture portanti in calcestruzzo armato, legno, alluminio o acciaio. Grazie alla produzione industriale, le lamine hanno caratteristiche del materiale controllate e definite, a prescindere dalla loro messa in opera sul luogo. Le lamine si incollano tramite l'adesivo epossidico Sika-dur®-30 con la struttura dell'edificio, quali elementi esterni di portata.



## VANTAGGI

- Senza corrosione, resistenza elevata
- Vari moduli E
- Eccellente durezza e resistenza all'indebolimento
- Fornibile in qualsiasi lunghezza, non sono necessarie giunzioni
- Spessore esiguo, può essere verniciato o ricoperto con intonaco
- Facile da trasportare (rotoli)
- Incroci delle lamine facili da eseguire
- Peso proprio esiguo e quindi semplice da installare
- Dispersione molto ridotta delle caratteristiche meccaniche
- Certificato ETA 21/0276

| Limiti                           | Raccomandazione Sika   | Indicazioni   |
|----------------------------------|--|---|
| Resistenza alla trazione adesiva | Minimo 1.5 N/mm <sup>2</sup> , in media 2.0 N/mm <sup>2</sup>                  |   |
| Planarità del sottofondo         | Massimo 5 mm su una lunghezza di 2 m<br>Massimo 1 mm su una lunghezza di 0.3 m | Secondo la norma vigente, la direttiva o l'approvazione dell'autorità in materia. |

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto          | Larghezza   | Spessore           | Trazione modulo E          | Estensione a rottura | Resistenza alla trazione |
|-------------------|-------------|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| Sika® CarboDur® S | 50 - 150 mm | 1.2 / 1.4 / 2.6 mm | 165 000* N/mm <sup>2</sup> | 1.8%                 | 2900* N/mm <sup>2</sup>  |
| Sika® CarboDur® M | 50 - 120 mm | 1.2 / 1.4 mm       | 205 000* N/mm <sup>2</sup> | 1.7%                 | 3200* N/mm <sup>2</sup>  |

\*5% Valore frattile

## ESTENSIONE / TENSIONE LIMITE PER LA MISURAZIONE DELLO STATO DI ROTTURA

Nelle norme e in altri regolamenti si specifica un'estensione limite per lo stato di rottura delle lamine in CFRP. La lamina si delamina precocemente a causa della flessione in seguito alla fessura sfalsata all'estremità della lamina stessa.

|                                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| Sika Lamina in CFRP estensione limite | 0.6 - 0.8%                     |
| Sika® CarboDur® S tensione limite     | ~1000 - 1300 N/mm <sup>2</sup> |
| Sika® CarboDur® M tensione limite     | ~1200 - 1600 N/mm <sup>2</sup> |

# Sika® CarboDur® LAMINE RETTANGOLARI

**Sika® CarboDur® Lamine rettangolari** prefabbricate in fibra di carbonio per il rinforzo, con inserimento a livello di superficie, di strutture portanti in calcestruzzo armato e legno. Le lamine si incollano nelle scanalature con Sikadur®-30, Sikadur®-330 oppure Sika AnchorFix®-3030.



## VANTAGGI

- Senza corrosione, resistenza elevata
- Eccellente durezza e resistenza all'indebolimento
- Impiego migliore della lamina
- Migliore resistenza antincendio grazie all'integrazione nella struttura
- Senza preparazione della superficie, nessun livellamento necessario
- Bassissima dispersione dei valori nominali grazie alla produzione del composito tramite il procedimento industriale di pultrusione
- Facile da trasportare (rotoli)

## Indicazioni importanti

- Le distanze dal bordo e dal centro vanno definite in base alla resistenza del sottofondo.
- L'armatura esistente non deve essere tagliata.

| Limiti   | Raccomandazione Sika         | Indicazioni   |
|--|------------------------------|---|
| Resistenza alla trazione adesiva della base portante in calcestruzzo | Minimo 1.0 N/mm <sup>2</sup> | Secondo la norma vigente, la direttiva o l'approvazione dell'autorità in materia. |

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto              | Larghezza       | Spessore           | Trazione modulo E          | Estensione a rottura | Resistenza alla trazione |
|-----------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| Sika® CarboDur® S NSM | 10 / 15 / 20 mm | 3.0 / 2.5 / 2.5 mm | 165 000* N/mm <sup>2</sup> | 1.8%                 | 2 900* N/mm <sup>2</sup> |

\*5% Valore frattile

## ESTENSIONE / TENSIONE LIMITE PER LA MISURAZIONE DELLO STATO DI ROTTURA

Per le lamine in CFRP inserite nel calcestruzzo l'estensione limite può essere definita più in alto. L'adduzione della forza nella base portante nell'ambito dell'ancoraggio finale risulta migliore in seguito alla scanalatura (effetto profondità).

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Sika® CarboDur® S NSM estensione limite | 0.8 - 1.0%                     |
| Sika® CarboDur® M NSM tensione limite   | ~1300 - 1650 N/mm <sup>2</sup> |



# Sika® CarboShear L

**Sika® CarboShear® L** – Questi angolari sono la soluzione ideale per il rinforzo di travi a T e a sezione rettangolare ad angolo retto (con un'inclinazione di 90°). Gli angolari Sika® CarboShear® L sono disponibili con varie lunghezze dei lati, che possono essere adeguate in modo semplice alla trave da rinforzare. L'ancoraggio ha luogo direttamente sulla superficie. Gli angolari vengono incollati alla struttura portante con Sikadur®-30 quale armatura esterna.



## VANTAGGI

- Senza corrosione, resistenza elevata
- Eccellente durezza e resistenza all'indebolimento
- Miglioramento della resistenza alla spinta
- Ancoraggio brevettato
- Spessore esiguo, può essere verniciato o ricoperto con intonaco
- Facile da trasportare
- Semplice da installare, senza attrezzature pesanti
- Bassa dispersione dei valori nominali grazie alla produzione industriale
- Certificati e omologazioni

| Limiti   | Raccomandazione Sika   | Indicazioni   |
|--|--|---|
| Resistenza alla trazione adesiva della base portante in calcestruzzo | Minimo 1.5 N/mm <sup>2</sup> , in media 2.0 N/mm <sup>2</sup>                    | Secondo la norma vigente, la direttiva o l'approvazione dell'autorità in materia. |
| Planarità del sottofondo   | Massimo 5 mm su una lunghezza di 2.0 m<br>Massimo 1 mm su una lunghezza di 0.3 m |   |

## DATI DEL PRODOTTO

| Tipo         | Lunghezza dei lati mm |       | Larghezza mm | Spessore mm | Trazione modulo E        | Estensione a rottura | Trazione adesiva       |
|--------------|-----------------------|-------|--------------|-------------|--------------------------|----------------------|------------------------|
|              | corto                 | lungo |              |             |                          |                      |                        |
| 4 / 20 / 50  | 200                   | 500   | 40           | 2           | 95 000 N/mm <sup>2</sup> | > 1.3%               | 1350 N/mm <sup>2</sup> |
| 4 / 30 / 70  | 300                   | 700   | 40           | 2           |                          |                      |                        |
| 4 / 50 / 100 | 500                   | 1000  | 40           | 2           |                          |                      |                        |
| 4 / 80 / 150 | 300                   | 1500  | 40           | 2           |                          |                      |                        |

## ESTENSIONE / TENSIONE LIMITE PER LA MISURAZIONE DELLO STATO DI ROTTURA

Affinché le forze di spinta possano essere compensate, gli angolari Sika® CarboShear® L devono essere applicati su entrambi i lati della trave. I due lati corti vengono incollati con l'adesivo Sikadur®-30 uno sull'altro sulla parte inferiore della trave.

|                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Sika® CarboShear L estensione limite | 0.2 - 0.4%                    |
| Sika® CarboShear L tensione limite   | ~ 200 - 400 N/mm <sup>2</sup> |

# ANCORAGGIO FINALE PER Sika® CarboDur®

**LA PROVA (DIMOSTRAZIONE) DI ANCORAGGIO** all'estremità della lamina in CFRP Sika® CarboDur® deve essere soddisfatta. Sovente questo non è possibile senza una ancoraggio di profondità.

## Sika® CarboDur® ANCORAGGIO PROFONDO

Alle estremità della superficie d'incollaggio delle lamine si praticano piccoli tagli di fresatura larghi 10 mm, riempiti quindi con adesivo Sika a base di resina epossidica. Le lamine in CFRP vengono incollate con Sikadur®-30.



### Tipo 10/30/500

Profondità del taglio 10 mm  
Sikadur®-30 nel taglio  
Lunghezza del taglio 500 mm

| Sika® CarboDur®<br>Lamina in CFRP | Numero di<br>scanalature | Resistenza di ancoraggio<br>"senza coefficiente di<br>sicurezza" C30/37 |
|-----------------------------------|--------------------------|---|
|                                   |                          | Tipo 10/30/500  |
| S 614                             | 3                        | 54 kN <sup>2)</sup>   |
| S 814                             | 4                        | 72 kN <sup>1)</sup>   |
| S 914                             | 4                        | 72 kN <sup>2)</sup>   |
| S 1014                            | 5                        | 90 kN <sup>2)</sup>   |
| S 1214                            | 5                        | 104 kN <sup>1)</sup>  |
| S 1514                            | 6                        | 122 kN <sup>2)</sup>  |

<sup>1)</sup> Valori di prova test di strappo Empa Dübendorf, Svizzera

<sup>2)</sup> Valori interpolati

Altre qualità di calcestruzzo e sezioni delle lamine su richiesta.

## Sika® CarboShear® L ANCORAGGIO

Le lamine Sika® CarboDur® Possono essere ancorate con Sika® CarboShear® L. Gli angolari di spinta vengono ancorati nella zona di pressione.



# SikaWrap® TESSUTO

I **TESSUTI UNIDIREZIONALI SikaWrap®** sono più flessibili nell'applicazione rispetto alle lamine pultruse. Si possono ricoprire quasi tutte le forme (avvolgimenti di pilastri, rinforzo del carico trasversale su travi a T e a sezione rettangolare). L'incollaggio su grande estensione non ha un effetto uniforme sulla superficie del calcestruzzo e agisce in modo benefico sui sottofondi deboli. L'incollaggio e la realizzazione del composito ha luogo direttamente in cantiere con Sikadur®-330 quale applicazione a secco.



## VANTAGGI

- Senza corrosione, resistenza elevata
- Eccellente durezza e resistenza all'indebolimento
- Flessibile nell'applicazione, in particolare su superfici curve
- Estese superfici di collegamento per l'adduzione di forza in sottofondi deboli
- Spessore esiguo, può essere verniciato o ricoperto con intonaco
- Facile da trasportare
- Semplice da installare, senza attrezzature pesanti
- Certificati e omologazioni

| Limiti   | Raccomandazione Sika   | Indicazioni   |
|--|--|---|
| Resistenza alla trazione adesiva della base portante in calcestruzzo | Minimo 1.0 N/mm <sup>2</sup>   |   |
| Planarità del sottofondo   | Massimo 5 mm su una lunghezza di 2 m<br>Massimo 1 mm su una lunghezza di 0.3 m |   |
| Angoli   | Arrotondare gli angoli esterni con un raggio di $\geq 25$ mm                   | Secondo la norma vigente, la direttiva o l'approvazione dell'autorità in materia. |
| Tracce dei casseri   | $\leq 0.5$ mm  |   |
| Sovrapposizione a L nella direzione delle fibre                      | $\geq 150$ mm  |   |

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto        | Peso delle fibre              | Trazione Modulo E fibra asciutta | Estensione a rottura | Trazione adesiva        |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|
| SikaWrap®-231 C | 235 $\pm$ 10 g/m <sup>2</sup> | 230 000 N/mm <sup>2</sup>        | 1.9%                 | 4 300 N/mm <sup>2</sup> |
| SikaWrap®-301 C | 304 $\pm$ 10 g/m <sup>2</sup> | 230 000 N/mm <sup>2</sup>        | 1.9%                 | 4 300 N/mm <sup>2</sup> |

## ESTENSIONE / TENSIONE LIMITE PER LA MISURAZIONE DELLO STATO DI ROTTURA

L'estensione limite si definisce a seconda dell'impiego (rinforzo alla flessione, alla spinta, rispettivamente adeguamento sismico) secondo le norme nazionali, le omologazioni e le direttive vigenti.

# LAMINE PRETENSIONATE CON IL SISTEMA CarboStress®

**IL SISTEMA DI RINFORZO POST-TENSIONE StressHead CarboStress®** si basa sul principio del pretensionamento esterno senza composito ed è costituito da un tirante e due ancoraggi, che adducono la forza in forma concentrata alle estremità delle lamine.

Tramite il pretensionamento della lamina si possono ridurre le deformazioni che si verificano con un rinforzo in CFRP morbido e le caratteristiche del materiale della lamina in CFRP possono essere sfruttate in modo ancora più efficace.

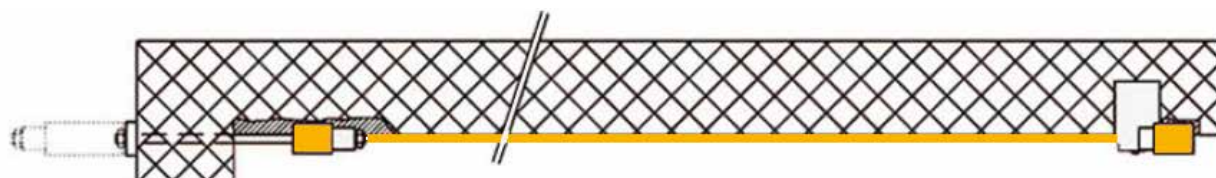
Ogni tirante ha un ancoraggio fisso e un ancoraggio di tensione. L'ancoraggio fisso blocca un'estremità del tirante. Dalla parte opposta c'è l'ancoraggio di tensione, che è pretensionato con un semplice cilindro idraulico. Per l'adduzione della forza di tensione alla struttura portante, StressHead offre ancoraggi standard e una serie di soluzioni speciali, che possono essere combinate in base alla specificità del progetto. Il tirante può essere applicato in composito e senza lo stesso. A protezione contro gli effetti meccanici il sistema può essere munito, ad esempio, di una copertura in lamiera.

## VANTAGGI

- Adduzione concentrata della forza nei tiranti
- Eccellente prestazione del materiale in caso di indebolimento
- Grande estensione della lamina, senza perdite di tensione
- Può essere applicato mentre l'edificio è in servizio (con sollecitazione dinamica)
- Ancoraggi brevi alle estremità (< 12 cm)
- Applicazione economica e semplice senza dispositivi di sollevamento o di pressione
- Senza manutenzione

## CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Forza di pretensionamento del tirante | $P_{PO} = 220 \text{ kN}$           |
| Forza garantita del tirante           | $F_{Spk, min} = 300 \text{ kN}$     |
| <b>Sika® CarboDur® S626</b>           |                                     |
| Comportamento del materiale           | Elastico                            |
| Pretensionamento al momento $t = 0$   | $\sigma_{p0} = 1410 \text{ N/mm}^2$ |
| Pre-estensione al momento $t = 0$     | $\epsilon_{p0} = 8.5\%$             |
| Resistenza alla trazione              | $f_{tk} \geq 2800 \text{ N/mm}^2$   |
| Modulo E longitudinale della lamina   | $\geq 165000 \text{ N/mm}^2$        |



## PRETENSIONAMENTO

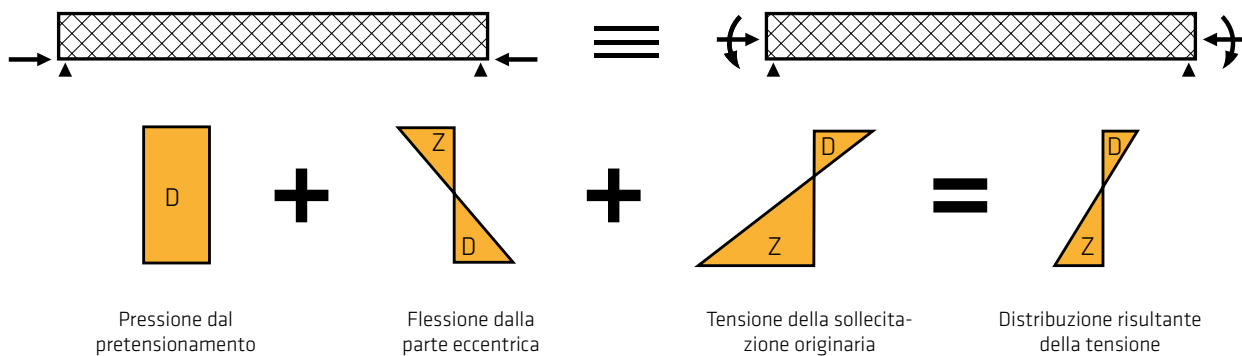
Per impiegare al meglio la lamina ad alta resistenza in fibra di carbonio, la stessa può essere pretensionata. Le estensioni consentite, e quindi le forze di trazione, sono superiori nei confronti delle lamine applicate in modo morbido. Inoltre, tramite la forza di pretensionamento, si adduce una forza di pressione sulla struttura portante.

Questo genera, allo stato d'impiego, tensioni minori nell'armatura in acciaio e con questo anche larghezze inferiori delle fessure. Per il calcolo della resistenza portante, la forza di pretensionamento si addiziona alla resistenza alla trazione dell'armatura.

Unitamente alle ditte StressHead e VSL, Sika offre un sistema innovativo di pretensionamento. La ditta StressHead vi assisterà volentieri nella progettazione e nel dimensionamento.

La lamina può essere montata con o senza composito. Quest'ultimo comporta alcuni vantaggi: la sezione trasversale della lamina assorbe localmente forze supplementari dalla fles-

sione, di modo che la trazione risulta da una combinazione di lamine pretensionate e altre non pretensionate. Inoltre una lamina in composito è più protetta contro le sollecitazioni meccaniche. Il dimensionamento si deduce secondo le regole note dei sistemi convenzionali di pretensionamento. Si deve tenere conto delle particolarità del materiale in CFRP, che si rilevano dalla norma SIA 166.



# DIMENSIONAMENTO E SOFTWARE DI CALCOLO

## DIMENSIONAMENTO DEI MATERIALI SIKA COMPOSITI IN FIBRA

Il dimensionamento ha luogo secondo le regole comuni del calcolo di strutture portanti di edifici in acciaio o in calcestruzzo armato, come pure in calcestruzzo precompresso. Il rinforzo della resistenza alla flessione in strutture portanti in acciaio o in calcestruzzo precompresso si esegue con le lamine (Sika® CarboDur®). Si possono inserire lamine incollate sulla superficie oppure inserite in scanalature. Si possono anche applicare tessuti sulla superficie (SikaWrap®), ma si tratta di sistemi non consigliabili per il rinforzo della resistenza alla flessione a causa della loro esigua efficacia e del maggior onere di messa in opera e possono, di regola, essere impiegati in modo economico solo su sottofondi particolarmente deboli (è necessaria una grande superficie di incollaggio).

I valori nominali del materiale si basano sull'ETA-21/0276 (European Technical Assessment) per Sika® CarboDur® e per gli adesivi Sikadur®.

## Sika® CarboDur® SOFTWARE DI CALCOLO

Per gli ingegneri, Sika Schweiz AG offre il software gratuito Sika® CarboDur® basato sulle norme svizzere. Le direttive e il procedimento di calcolo impiegati in questo programma si fondano sulle seguenti norme:

- SIA 166:2004 Armature incollate
- SIA 260:2013 Basi per la progettazione di strutture portanti
- SIA 261:2014 Azioni sulle strutture portanti
- SIA 262:2013 Costruzioni di calcestruzzo
- Concrete Society Technical Report N.55 (TR 55): "Design guidance for strengthening concrete structures using fibre composite materials, Third Edition 2012"



### Rinforzo di piloni tramite avvolgimento con tessuto in fibra CFRP (dimensionamento a sezione trasversale)

Nel dimensionamento di un avvolgimento in tessuto SikaWrap® si considera una forza normale oppure una combinazione di forza normale e flessione (asse X, asse Y oppure entrambi). È compreso anche il calcolo della resistenza della sezione non rinforzata in caso di incendio.



### Rinforzo della resistenza alla trazione flettente (dimensionamento a sezione trasversale)

Il calcolo comprende il dimensionamento della necessaria sezione trasversale CFRP, basata sui momenti flettenti ipotizzati, che agiscono sulla sezione trasversale determinante di una struttura portante in calcestruzzo armato o precompresso. È compreso anche il calcolo della resistenza della sezione non rinforzata in caso di incendio.



### Rinforzo di spinta (dimensionamento a sezione trasversale)

Il calcolo comprende il dimensionamento della necessaria sezione trasversale CFRP, basata sulle forze di spinta ipotizzate, che agiscono sulla sezione trasversale della struttura in calcestruzzo armato. È compreso anche il calcolo della resistenza della sezione non rinforzata in caso di incendio.



### Rinforzo della resistenza alla trazione flettente (analisi della struttura portante sulla trave)

Il software determina la distribuzione dei momenti flettenti ipotizzati per la struttura portante in calcestruzzo armato o precompresso e calcola le necessarie sezioni trasversali CFRP e la loro disposizione lungo la trave.



### Rinforzo di spinta (analisi della struttura portante sulla trave)

Il software determina la distribuzione delle forze di spinta ipotizzate per la struttura portante in calcestruzzo armato o precompresso e calcola le necessarie sezioni trasversali CFRP e la loro disposizione lungo la trave.

# SISTEMA Sika® TRM

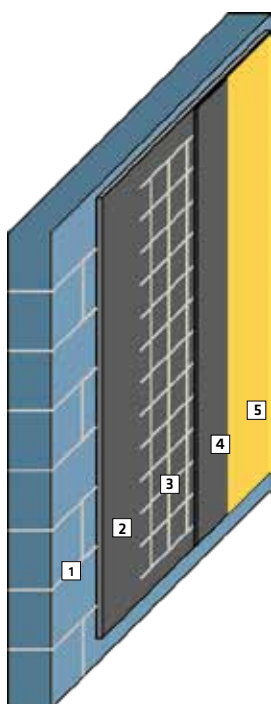
**IL SISTEMA Sika® TRM** è efficace per il rinforzo passivo di opere murarie e per il collegamento di elementi in muratura con telai riempiti di calcestruzzo. Questo sistema di malta armata con tessuto è costituito dai due componenti SikaWrap®-350 G Grid (rete simmetrica bidirezionale in fibra di vetro con rivestimento resistente agli alcali) e Sika MonoTop®-722 Mur (malta cementizia monocomponente pronta all'uso e rinforzata con fibre).



## VANTAGGI

- Aumento della resistenza e della deformabilità dal piano della muratura, contro le sollecitazioni sismiche
- Modulo E basso, simile a quello della muratura
- Buona adesione su sottofondi porosi
- Può essere applicato a mano o con procedimento a spruzzo
- Sono possibili spessori dello strato da 5 a 25 mm in una sola mano
- Malta cementizia traspirante
- Influsso esiguo delle caratteristiche fisico-edili
- Rivestibile con intonaco cementizio
- Soddisfa i requisiti delle norme EN 98-1 (M-25), EN 998-2 ed EN 1504-3 classe R2

| Limiti  | Raccomandazione Sika         | Indicazioni   |
|---|------------------------------|---|
| Resistenza alla trazione adesiva del sottofondo (calcestruzzo / muratura) | Minimo 1.0 N/mm <sup>2</sup> |   |
| Sovrapposizione minima della rete nella direzione delle fibre             | ≥ 150 mm                     | Secondo la norma vigente, la direttiva o l'approvazione dell'autorità in materia. |



## STRUTTURA / APPLICAZIONE DEL SISTEMA

1. Prebagnare la muratura (un muro troppo asciutto può causare l'esaurimento della malta e impedirne l'idratazione)
2. Applicare circa 5 mm di Sika MonoTop®-722 Mur
3. Inserire la rete SikaWrap®-350 G Grid
4. Ricoprire la rete SikaWrap®-350 G Grid con uno strato spesso 5 mm di Sika MonoTop®-722 Mur. Lo spessore complessivo dovrebbe essere di 10 mm; per questo si impiegano in totale 15 kg/m<sup>2</sup> di malta. Si dovrebbe evitare di lisciare la stessa successivamente perché questo può provocare l'affiorare di boiaccia cementizia sulla superficie, che favorisce la formazione di fessure capillari.
5. Dopo la presa, Sika MonoTop®-722 Mur può essere ulteriormente ricoperto con un intonaco cementizio.

# IMPIEGATO CON SUCCESSO MIGLIAIA DI VOLTE

Rinforzo della resistenza alla flessione con Sika® CarboDur®







# SOLUZIONI SISTEMATICHE SIKA CON memory<sup>®</sup>-steel

## re-plate PROCEDIMENTO PER EDIFICI IN CALCESTRUZZO

| re-plate   | Sika protezione antincendio  | Sika protezione anticorrosione  |
|--|--|---|
| Fascia in memory <sup>®</sup> -steel ancorato meccanicamente nel calcestruzzo; agisce da fascia tirante esterno senza composito. | <p><b>SikaCem<sup>®</sup> Pyrocoat</b><br/>Intonaco spruzzato antincendio per applicazione meccanica e manuale all'interno</p> <p><b>SikaCem<sup>®</sup> Pyrocoat Base</b><br/>Fondo adesivo per l'intonaco spruzzato antincendio.</p> | <p><b>SikaCor<sup>®</sup> EG-1</b><br/>Rivestimento intermedio senza solventi, contenente ematite micacea, a base di resina epossidica.</p> <p><b>Sikaflex<sup>®</sup> PRO-3</b><br/>Mastice di sigillatura dei giunti per il riempimento di re-plate da entrambe le parti.</p> |



## re-bar PROCEDIMENTO PER EDIFICI IN CALCESTRUZZO

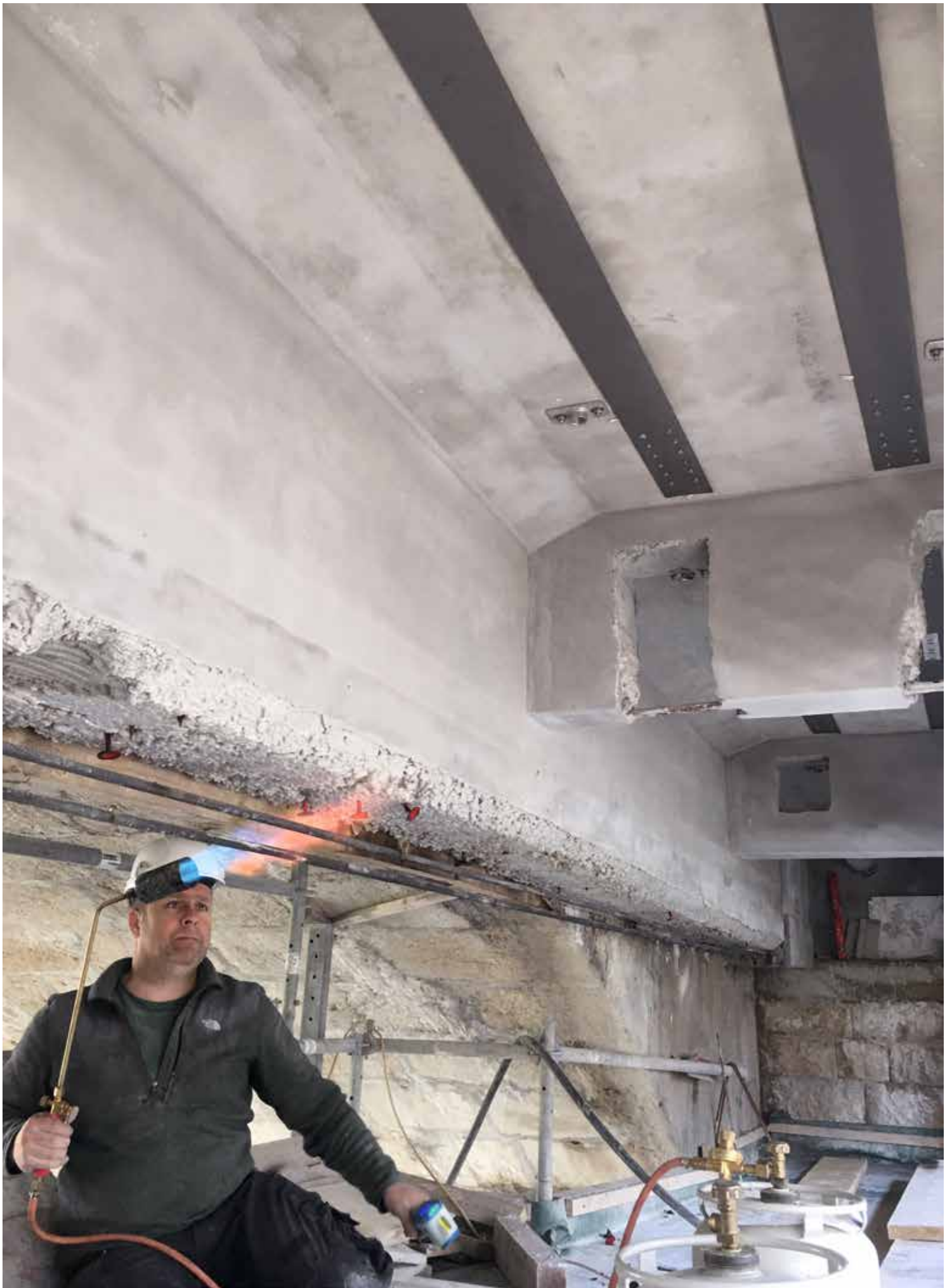
| re-bar   | Malte sistematiche Sika   |  |
|--|---|--|
| Tondini nervati in memory <sup>®</sup> -steel da inserire in malta Sika testata (malta spruzzata, colata o da riprofilamento). Agisce da pretensionamento interno nel composito. | <p><b>SikaGrout<sup>®</sup> -314 N</b><br/>Malta R4 senza ritiro per colate di precisione in cassette o in scanalature.</p> <p><b>Sika MonoTop<sup>®</sup>-412 Eco</b><br/>Malta R4 a ritiro compensato, per il procedimento a spruzzo.</p> <p><b>Sika MonoTop<sup>®</sup>-422 PCC</b><br/>Malta R4 a ritiro compensato, per il procedimento a spruzzo.</p> | <p><b>Sika MonoTop<sup>®</sup>-452 N</b><br/>Malta da riprofilamento R4 a ritiro compensato, per superfici orizzontali.</p> <p><b>Sika<sup>®</sup> Rock Gunit BE-8</b><br/>Malta per il procedimento di spruzzo a secco (cementizia, senza alcali) per il riempimento laterale nel sistema re-plate.</p> |



## re-bar R18 PROCEDIMENTO PER COSTRUZIONI IN ACCIAIO

| re-bar R18  | Sika protezione anticorrosione   |
|---|--|
| Tondino in memory <sup>®</sup> -steel per l'ancoraggio meccanico esterno a strutture portanti in acciaio. | <p>Preparazione della superficie tramite sabbiatura / rimozione della polvere</p> <p><b>SikaCor<sup>®</sup> Zinc ZS</b><br/><b>SikaCor<sup>®</sup> EG-1</b><br/><b>SikaCor<sup>®</sup> EG-4 / EG-5</b></p> |





# PROCEDIMENTO re-plate

**re-plate “fascia in memory®-Steel”** si impiega per il rinforzo di edifici. Ancorato a entrambe le estremità, la fascia re-plate agisce come tirante esterno senza composito. La fascia è fornita di fabbrica pretensionata e già forata. L'ancoraggio meccanico finale si esegue con un fissaggio diretto. Per attivare il pretensionamento della fascia viene riscaldata tramite bruciatore a gas o apparecchio radiante a raggi infrarossi.



## VANTAGGI

- Installazione e pretensionamento semplici e rapidi
- Comportamento molto duttile del materiale
- Buona resistenza alla corrosione (materiale 1.4003 secondo DIN EN 10088, CHP I)
- Fornibile in tutte le lunghezze, senza giunzioni
- Saldabile in caso di applicazioni speciali
- Spessore esiguo, può essere ricoperto con intonaco
- Praticamente non è necessaria nessuna preparazione del sottofondo
- Dimensionamento basato sulle correnti norme per il calcestruzzo armato

| Limiti                   | Raccomandazione Sika | Indicazioni   |
|--------------------------|----------------------|---|
| Qualità del calcestruzzo | Minimo C 16/20       | Vogliate contattarci in caso di cattiva qualità del calcestruzzo. |

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto | Larghezza | Spessore | Modulo E                   | Estensione a rottura | Resistenza alla trazione |
|----------|-----------|----------|----------------------------|----------------------|--------------------------|
| re-plate | 120 mm    | 1.5 mm   | 70 000** N/mm <sup>2</sup> | 25%                  | 460* N/mm <sup>2</sup>   |

\*Valore di dimensionamento per 12 chiodi con resistenza alla compressione del calcestruzzo (cubi) >20 N/mm<sup>2</sup>, con coefficiente di sicurezza 1.3 ridotto

\*\*Valore di dimensionamento calcolato dopo l'attivazione

## ATTIVAZIONE E PRETENSIONAMENTO

| Procedimento di riscaldamento | Temperatura di riscaldamento | Pretensionamento      | Forza di pretensionamento | Rilassamento |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|
| Bruciatore a gas              | 300 - 350°C                  | 380 N/mm <sup>2</sup> | 68.4 kN                   | 15% (t=∞)    |
| Apparecchio a infrarossi*     | 165°C                        | 300 N/mm <sup>2</sup> | 54.0 kN                   | 15% (t=∞)    |

\*Se c'è un rivestimento anticorrosione aggiuntivo su re-plate o in caso di rischio di incendio dell'ambiente

### Indicazione relativa alla protezione antincendio

Nonostante la buona resistenza contro la corrosione del memory®-steel, si consiglia di applicare re-plate con una protezione contro la corrosione in caso di elementi costruttivi esposti ai cloruri (contro la corrosione derivate da fessure di tensione). Il rivestimento SikaCor® EG-1 si applica sulle fasce re-plate in fabbrica. Dopo l'attivazione la fascia re-plate può ancora essere sigillata in ambo i lati con Sikaflex® PRO 3, per impedire l'infiltrazione di acqua tra il sottofondo in calcestruzzo e la fascia di rinforzo.

# PROTEZIONE ANTINCENDIO

## re-plate

**SikaCem® Pyrocoat** è un'alternativa a misure antincendio costose come, ad esempio, le piastre di vermiculite. Contrariamente alle sostanze di fibre composite (temperatura di transizione vetrosa dell'adesivo a circa 60°), re-plate ha un comportamento al fuoco simile a quello dell'acciaio comune. Per questo la protezione antincendio si può ottenere con un apposito intonaco spruzzato di Sika.



### VANTAGGI

- Sono necessari spessori esigui dello strato
- Alternativa conveniente ai provvedimenti antincendio in uso finora
- Collaudato nel sistema presso l'istituto MFPA di Lipsia
- Resistenza al fuoco possibile fino al grado R120
- Valore lambda di 0.09 W/mK

### APPLICAZIONE

- Applicazione del fondo adesivo SikaCem® Pyrocoat Base
- Applicazione a strati di Sika Cem® Pyrocoat fino a raggiungere lo spessore richiesto
- Inserimento della rete E-glass nel primo strato applicato di SikaCem® Pyrocoat

### SPESORE DELL'INTONACO ANTINCENDIO SikaCem®

| Resistenza al fuoco | R30   | R60   | R90   |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Spessore            | 12 mm | 15 mm | 23 mm |

### COMBINAZIONE OPPORTUNA CON LE LAMINE Sika® CarboDur®



### re-plate

- Resistenza al carico di servizio (riduzione della flessione / delle fessure, sgravio dell'armatura interna esistente)
- Resistenza al carico comburente

### Sika® CarboDur® Lamine

- Resistenza al rimanente carico portante

### SikaCem® Pyrocoat

- Intonaco spruzzato antincendio con effetto isolante

# PROCEDIMENTO re-bar

re-bar “acciaio nervato memory®-steel” viene ancorato nella malta da riparazione Sika e dopo l'indurimento viene attivato con riscaldamento a gas o a resistenza elettrica. Dopo il raffreddamento gli spazi intermedi possono essere riempiti con malta. re-bar agisce come pretensionamento interno nel composito. I profili a U re-bar 10 possono essere inseriti nella malta sistemata Sika come rinforzo di spinta e riscaldati/attivati elettricamente.



## NELLA MALTA SPRUZZATA O DI RIPROFILAMENTO

- Irruvidimento del sottofondo in calcestruzzo
- Fissaggio di re-bar con clip o tasselli in plastica
- Incorporare le due estremità con:
  - Sika MonoTop®-452 N malta da riprofilamento
  - Sika MonoTop®-412 Eco/-4012 malta da spruzzare
- Riscaldamento di re-bar con bruciatore a gas e controllo della temperatura
- Applicare la malta nella rimanente superficie libera



## NELLE SCANALATURE CON MALTA DA COLARE

- Taglio della scanalatura nel sottofondo in calcestruzzo (le geometrie si rilevano nella scheda del prodotto di re-fer).
- Fissaggio dei tondini in acciaio nervato re-bar nella scanalatura e incorporazione delle due estremità con SikaGrout®-314 N malta da colare.
- Riscaldamento di re-bar con bruciatore a gas e controllo della temperatura
- Applicare la malta nella rimanente lunghezza libera



## RINFORZO DI SPINTA

- Irruvidimento del sottofondo in calcestruzzo e perforazione della flangia o della soletta
- Fissaggio delle staffe di spinta re-bar
- Incorporazione dell'area di rinforzo con
  - SikaGrout®-314 N malta da colare
  - Sika MonoTop®-412 Eco/-4012 malta da spruzzare
- Riscaldamento a resistenza elettrica delle staffe re-bar
- A seconda della situazione, piegare e inserire nella malta i profili a U re-bar nella parte superiore della trave portante.

Se il sottofondo in calcestruzzo è fortemente danneggiato o fessurato, si possono eseguire iniezioni nelle fessure. La chiusura preliminare della superficie si ottiene con Sika® FastFix-121 e l'iniezione nelle fessure si esegue con Sika® InjectoCem-190. Dopo l'indurimento del materiale iniettato il rinforzo re-bar si esegue secondo le indicazioni precedenti.

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto  | Sezione trasversale   | Modulo E                               | Estensione a rottura | Resistenza alla trazione            |
|-----------|-----------------------|--|----------------------|-------------------------------------|
| re-bar 10 | 89.9 mm <sup>2</sup>  | 70 000 <sup>2)</sup> N/mm <sup>2</sup> | 30%                  | 520 <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup> |
| re-bar 16 | 211.2 mm <sup>2</sup> |  |                      |                                     |

<sup>1)</sup> Valore di dimensionamento con coefficiente di sicurezza ridotto

<sup>2)</sup> Valore di dimensionamento calcolato dopo l'attivazione

## ATTIVAZIONE E PRETENSIONAMENTO

| Procedimento di riscaldamento  | Temperatura di riscaldamento | Pretensionamento      | Forza di pretensionamento | Rilassamento |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|
| re-bar 10 con bruciatore a gas | 300 – 350 °C                 | 400 N/mm <sup>2</sup> | 36.0 kN                   | 15% (t=∞)    |
| re-bar 10 con elettricità      | 200 °C                       | 350 N/mm <sup>2</sup> | 31.5 kN <sup>1)</sup>     | 15% (t=∞)    |
| re-bar 16 con bruciatore a gas | 300 – 350 °C                 | 320 N/mm <sup>2</sup> | 67.6 kN                   | 15% (t=∞)    |

<sup>1)</sup> I profili a U vengono applicati in due sezioni e raggiungono in totale 63.0 kN.

Indicazione sulla saldatura:

La saldabilità del memory<sup>®</sup>-steel consente soluzioni individualizzate. In particolare per il rinforzo antisismico, le forze possono essere deviate attivamente nel sottosuolo, ad esempio, con un ancoraggio diretto alla soletta tramite piastre di base.



Le saldature devono essere eseguite da un saldatore diplomato per acciaio (punta in tungsteno, gas nobile, mezzo di saldatura "Böhler A7 CN-IG" filo 1,6 mm).

# PROCEDIMENTO re-bar R18

La soluzione contro l'indebolimento delle costruzioni in acciaio

**re-bar R18 "tondino in memory-steel"** si fissa alla struttura in acciaio esistente tramite un ancoraggio finale. L'attivazione / il pretensionamento ha luogo tramite un bruciatore a gas. I tondini re-bar R18 vengono forniti sui cantieri con una lunghezza massima di 5.3 m e si fissano con pezzi di accoppiamento prefabbricati, bulloni e rondelle speciali.



## VANTAGGI

- Installazione e pretensionamento semplici e rapidi
- Comportamento molto duttile del materiale
- Buona resistenza alla corrosione (materiale 1.4003 secondo DIN EN 10088, CHP I)
- Qualsiasi lunghezza grazie agli accoppiamenti
- Saldabile in caso di applicazioni speciali
- Parallelo alla trave in acciaio oppure possibilità di sovrelevazione per una coppia di pretensionamento maggiore
- Dimensionamento basato sulle correnti norme per il calcestruzzo armato

## DATI DEL PRODOTTO

| Prodotto   | Sezione trasversale   | Modulo E                               | Estensione a rottura | Resistenza alla trazione |
|------------|-----------------------|--|----------------------|--------------------------|
| re-bar R18 | 254.5 mm <sup>2</sup> | 70 000 <sup>1)</sup> N/mm <sup>2</sup> | 15%                  | 750 N/mm <sup>2</sup>    |

<sup>1)</sup> Valore di dimensionamento calcolato dopo l'attivazione

## ATTIVAZIONE E PRETENSIONAMENTO

| Procedimento di riscaldamento | Temperatura di riscaldamento | Pretensionamento      | Forza di pretensionamento | Rilassamento |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------|
| Con bruciatore a gas          | 300 – 350 °C                 | 380 N/mm <sup>2</sup> | 96.7 kN                   | 15% (t=∞)    |

Sono ottenibili prodotti accessori come ancoraggi, accoppiamenti, bulloni speciali, ecc.

## PROTEZIONE ANTICORROSIONE

Preparazione della superficie tramite sabbiatura / rimozione della polvere

**SikaCor® Zinc ZS**

**SikaCor® EG-1**

**SikaCor® EG-4 / EG-5**

Si deve consultare il promemoria "Protezione anticorrosione re-bar R18".



# SUPPORTO DI DIMENSIONAMENTO

## memory<sup>®</sup>-steel

Progettare e impiegare correttamente per evitare insuccessi

**NELL'AREA DI DOWNLOAD SONO DISPONIBILI SEMPRE  
LE INFORMAZIONI SUI PRODOTTI VALIDE AL MOMENTO:**

- testi per gare d'appalto
- opuscoli
- schede tecniche
- ecc.

La Consulenza Sika per progettisti e committenti e re-fer offrono supporto per il dimensionamento statico relativo ai provvedimenti di rinforzo. Le questioni specifiche riferite al singolo oggetto si possono discutere per telefono oppure tramite videoconferenza online.

**Il dimensionamento si esegue secondo le regole correnti per le strutture portanti in acciaio e in calcestruzzo armato.**



# RIPRISTINO DUREVOLE DELLE SOLETTE DEI PONTI

re-bar nella malta spruzzata Sika

**IL SUPPORTO CENTRALE DEL PONTE VIENE RIMOSSO** per migliorare il profilo di flusso. Il momento dopo il rinforzo viene compensato tramite re-bar 16. Il sottofondo portante deve avere una resistenza alla trazione adesiva di almeno 15 N/mm<sup>2</sup>. Il valore di dimensionamento per il calcolo della lunghezza di ancoraggio durante il procedimento di pretensionamento si situa a 1.0 N/mm<sup>2</sup> (coefficiente di sicurezza 1.5).



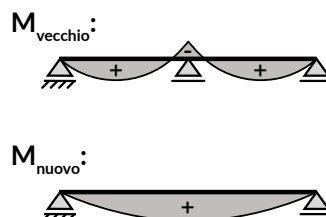
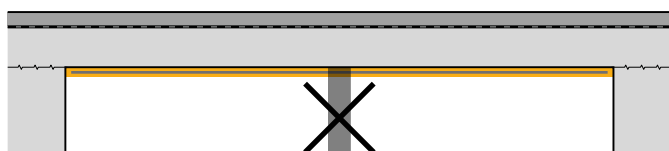
**1**  
La soletta del ponte viene provvisoriamente puntellata e quindi irruvidita con procedimento idromeccanico.

**2**  
re-bar 16 viene fissato alla superficie inferiore della soletta e quindi ancorato alle estremità con Sika MonoTop®-412 Eco/-4012 malta spruzzata.

**3**  
Si riscalda il memory®-steel con un bruciatore a gas per attivarlo e pretensionarlo.

**4**  
La parte centrale viene riempita con malta. Il nuovo strato di malta protegge l'armatura contro la corrosione e i cloruri.

Tramite l'impiego mirato del pretensionamento e la malta sostitutiva del calcestruzzo, la struttura esistente viene sgravata, rinforzata e protetta durevolmente.



Al cantiere

# RINFORZO ROBUSTO DELLE TRAVI DI PONTI

re-bar nella malta Sika di riprofilamento, da spruzzare e da colare

**PROVVEDIMENTO DI RINFORZO** – Dopo la rimozione del calcestruzzo danneggiato si procede alla pulizia dell'armatura corrosa e si applica una protezione anticorrosione. I tondini re-bar vengono impiegati in maniera mirata per il rinforzo della resistenza alla flessione.



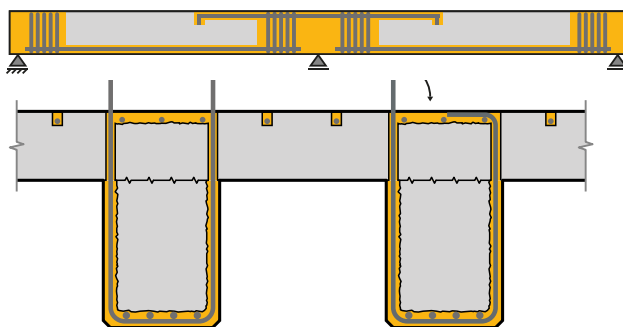
**1**  
Si rimuove il calcestruzzo contaminato dai cloruri e carbonato.

**2**  
re-bar 16 si applica alla parte inferiore della trave con Sika MonoTop®-412 Eco/-4012 malta spruzzata.

**3**  
Sulla parte superiore della trave, risp. sulla soletta del ponte, i tondini re-bar vengono posati nella malta da colare SikaGrout®-314 N. I tondini re-bar vengono piegati e ancorati con Sika AnchorFix®-3030 nel nucleo del calcestruzzo della soletta del ponte.

**4**  
Le staffe a U in acciaio d'armatura si applicano non tese nelle zone di ancoraggio e quindi inglobate nella malta spruzzata.

Dopo l'indurimento ha luogo l'attivazione / il pretensionamento dei tondini re-bar 16 tramite riscaldamento con bruciatore a gas e la copertura con malta nella parte centrale. Tramite l'ancoraggio delle staffe a U nella zona di pressione delle trave si garantisce la trasmissione della forza a prescindere dalla qualità del calcestruzzo. Se è necessario un rinforzo aggiuntivo della trave alla spinta, si possono impiegare staffe a U re-bar 10 pretensionate. Queste sostituiscono o sgravano le staffe di spinta interne della struttura esausta.



# INTERAZIONE OTTIMALE PER L'EDILIZIA

Combinazione tra re-plate e lamine in CFRP Sika® CarboDur®

**DOPO UN INCENDIO** l'armatura interna presenta una flessione inammissibile della soletta in calcestruzzo. Si impiega la combinazione di re-plate e lamine in CFRP Sika® CarboDur®. La flessione si riduce grazie al pretensionamento dei nastri re-plate. La soletta esistente viene sgravata, re-plate compensa il carico d'uso e dell'incendio. Tramite le lamine in CFRP Sika® CarboDur® si aumenta il restante carico portante. La protezione antincendio SikaCem® Pyrocoat è stata collaudata dall'istituto MFPA di Lipsia. Con una copertura di 15 mm si ottiene una resistenza al fuoco della soletta rinforzata di grado R60. Nella zona del rinforzo si inserisce nel SikaCem® Pyrocoat una rete in E-Glas.

La combinazione di re-plate e Sika® CarboDur® è spesso opportuna. In questo caso la protezione antincendio è necessaria solo per i nastri re-plate. In luogo delle speciali piastre antincendio, si può applicare uno strato sottile di intonaco antincendio SikaCem® Pyrocoat.



Combinazione antincendio semplice ed efficace

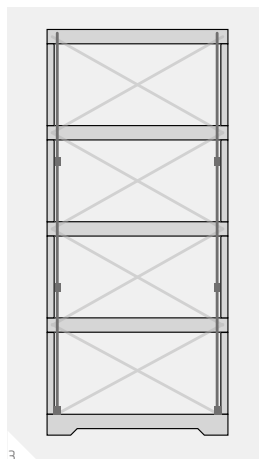
# POSSIBILITÀ D'IMPIEGO PER OGGETTI SPECIFICI

## RINFORZO ANTISISMICO

I movimenti sismici orizzontali e verticali vengono compensati con tondini re-bar RF18 accoppiati. Questi sono ancorati nel tetto e nella soletta in cemento armato. I tondini nervati re-bar 16 vengono ancorati in diagonale nel calcestruzzo con Sika AnchorFix®-3030.

Il rinforzo viene ricoperto con malta spruzzata Sika (immagini 1 - 3). I giunti di accoppiamento (immagine 4) vengono compressi con nastri re-plate o tondini re-bar. I giunti di dilatazione vengono spalmati con malta da riparazione Sika.

Con questo procedimento si uniscono in modo monolitico varie parti di un edificio. Così si ottiene un comportamento antisismico migliore.



## RINFORZO PASSANTE

I procedimenti di pretensionamento re-bar e re-plate sono ideali per il rinforzo contro la punzonatura (immagini 6 e 7). I lavori di rinforzo agiscono come armatura attiva supplementare contro la flessione e vengono ricoperti e protetti con malta da colare Sika-Grout®-314. In caso di spazio ristretto i tondini nervati re-bar vengono ancorati nel nucleo di calcestruzzo con gli appositi ganci finali.



# CONTROLLO DELLA QUALITÀ

**IL RILEVAMENTO DETTAGLIATO DELLA SITUAZIONE** aiuta il progettista nell'elaborazione del concetto di rinforzo e riduce il rischio di imprevisti durante l'esecuzione. Il rilevamento dello stato ha luogo secondo le raccomandazioni delle relative norme. In tale contesto si devono rilevare gli ostacoli, le limitazioni geometriche, i parametri dei materiali, ecc. Il controllo della qualità si svolge nell'applicazione:



**1**  
**CONTROLLO DELLA RESISTENZA ALLA TRAZIONE ADESIVA**  
La resistenza alla trazione adesiva del sottofondo portante si controlla con un apposito apparecchio. Di regola si deve avere una resistenza minima di  $1.5 \text{ N/mm}^2$ . Se non si raggiunge tale valore, sono necessari provvedimenti mirati di ancoraggio.

**2**  
**CONTROLLO DELLA RESISTENZA ALLA COMPRESIONE**  
La resistenza alla compressione si misura con lo sclerometro per calcestruzzo.

**3**  
**CONTROLLO DELLA TEMPERATURA**  
Il procedimento di riscaldamento del memory<sup>®</sup>-steel deve essere accompagnato da un controllo costante della temperatura. Si deve garantire un riscaldamento costante e uniforme del materiale.

**4**  
**CONTROLLO SUCCESSIVO DELLA FORZA DI PRETENSIONAMENTO**  
La forza di pretensionamento del memory<sup>®</sup>-steel si controlla con un apparecchio speciale. Se i tondini re-bar vengono inseriti nella malta o nel calcestruzzo, il controllo si esegue con un apposito dinamometro.



# DALLE FONDAMENTA AL TETTO



FABBRICAZIONE DI CALCESTRUZZO E MALTA | IMPERMEABILIZZAZIONE DI COSTRUZIONI | PROTEZIONE E RISANAMENTO DI EDIFICI | INCOLLAGGIO E SIGILLATURA NELL'EDILIZIA | PAVIMENTI E PARETI | PROTEZIONE ANTICORROSIONE E ANTINCENDIO | STRUTTURA EDILE ESTERNA | COSTRUZIONE DI GALLERIE | SISTEMI PER TETTI | INDUSTRIE

## SIKA DAL 1910

La Sika AG di Baar, Svizzera, è un'azienda attiva a livello globale nella chimica specializzata. Sika occupa una posizione di punta nel settore dei materiali sistemati per sigillare, incollare, isolare, rinforzare e proteggere strutture portanti nell'edilizia e nell'industria.

Prima della lavorazione e della messa in opera si deve sempre consultare la scheda vigente dei dati sulle caratteristiche del prodotto. Fanno stato le condizioni commerciali generali vigenti.



**SIKA SCHWEIZ AG**  
Tüffenwies 16  
CH-8048 Zürich  
+41 58 436 40 40  
[www.sika.ch](http://www.sika.ch)

**BUILDING TRUST**

