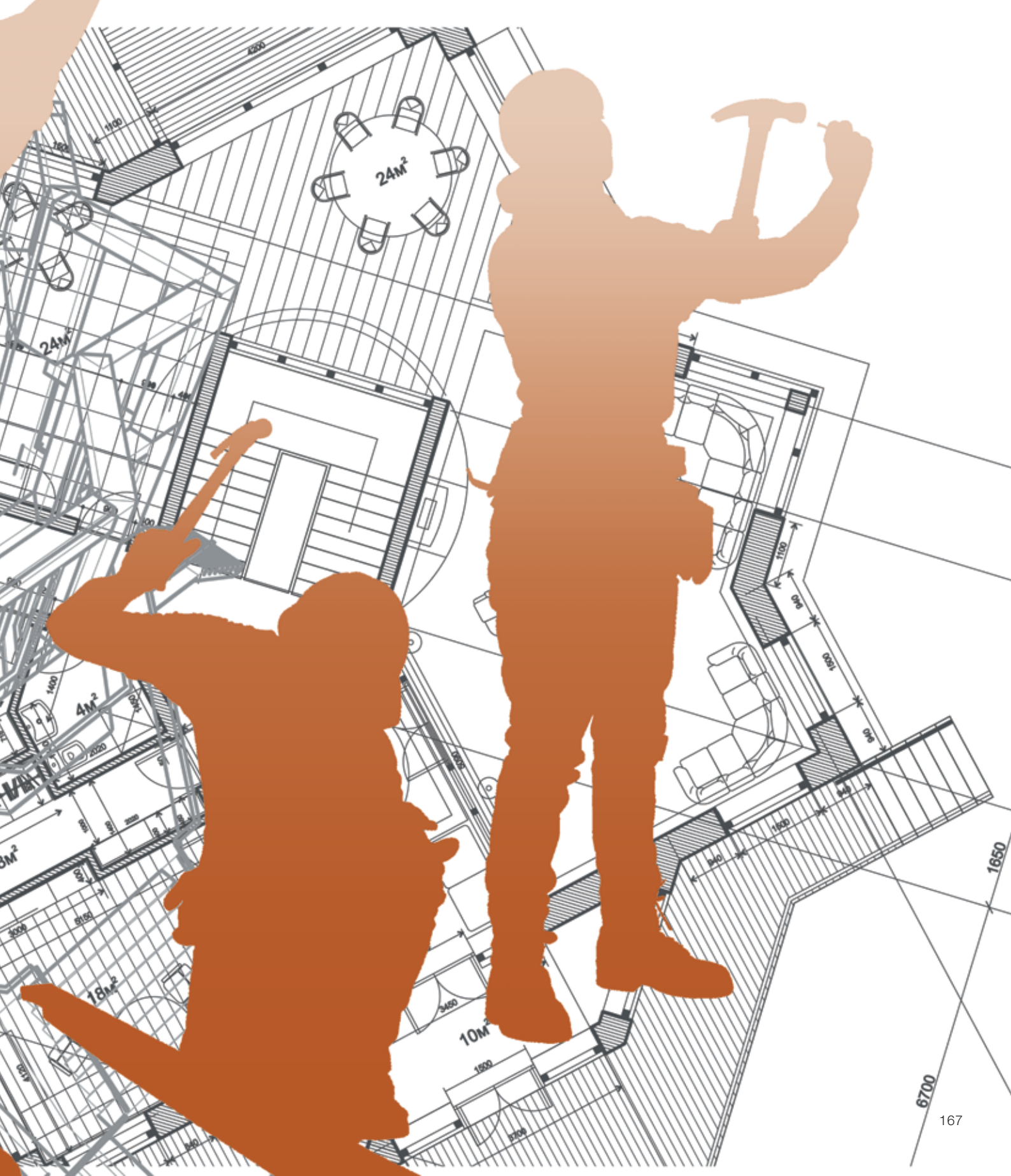


# RIPRISTINO DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO



## I MECCANISMI DEL DEGRADO

Il degrado dei manufatti in calcestruzzo, si manifesta essenzialmente mediante distacchi localizzati di porzioni di copriferro, con la comparsa di macchie rossastre dovute all'ossidazione dei ferri d'armatura interni e/o associati a visibili tracce di sali biancastri dovute alle infiltrazioni d'acqua che penetra dalle fessure formate a causa dell'indebolimento del sistema.

La corrosione dei ferri d'armatura, è la causa principale dei distacchi della parte di calcestruzzo soprastante (estradosso). Sostanzialmente, questo meccanismo si innesca a causa di processi di carbonatazione che indeboliscono il manufatto e danno luogo a fessurazioni, attraverso le quali, l'acqua infiltrata favorisce l'ossidazione dei ferri secondo lo schema seguente:

### 1°: CARBONATAZIONE

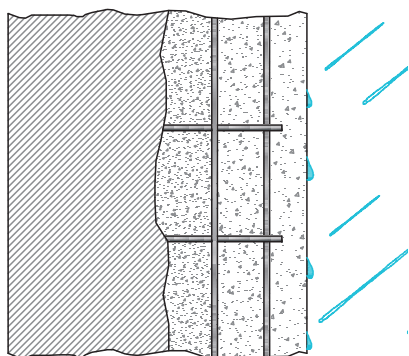
L'anidride carbonica, presente nell'aria, infiltrandosi, arriva a modificare il pH del calcestruzzo (che in condizioni ottimali deve attestarsi tra 13 e 14), partendo dagli strati esterni e spostandosi più in profondità.

In queste condizioni, il calcestruzzo inizia a "carbonatarsi", creando l'ambiente favorevole all'innesco del processo di ossidazione dei ferri d'armatura.

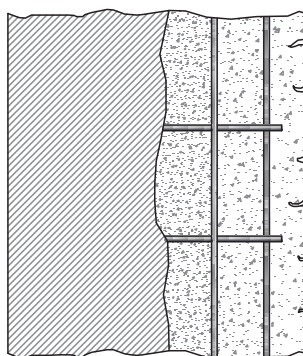
### 2°: CORROSIONE DEI FERRI D'ARMATURA

FERRO+OSSIGENO+ACQUA (infiltrata) = prodotti di ossidazione (ruggine)\*

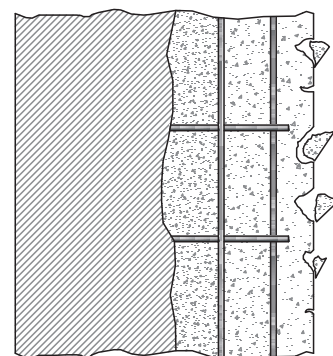
\*Sali ferrosi come ad es.  $Fe_2O_3$ ,  $Fe(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_3 \cdot 3H_2O$  ecc... Questi sali ferrosi sono di volume da 2 a 6 volte maggiori del volume dei ferri. Il sistema calcestruzzo+ferri d'armatura, quindi collassa a causa dell'aumento di volume dovuto alla formazione dei prodotti d'ossidazione, arrivando al distacco delle parti di calcestruzzo sovrastanti.



Esposizione all'acqua piovana ed agenti inquinanti



Inizio di fessurazioni e formazioni di microlesioni (pits).  
Innesco carbonatazione.



Corrosione dei ferri e successivo distacco del calcestruzzo

## PREPARAZIONE DEI SUPPORTI

Demolire il calcestruzzo danneggiato per almeno 50 cm in tutte le direzioni dall'ultimo segno di degrado visibile.

Eliminare la polvere e/o le parti che possono distaccarsi.

Per maggior sicurezza, eseguire sulle porzioni da risanare il test colorimetrico con una soluzione di blu di timolo, per determinare la profondità di carbonatazione. Questa viene spruzzata, mediante nebulizzatore, direttamente sulle buche eseguite sulla struttura in opera secondo i piani normali alla superficie esposta all'aria. Il blu di timolo subisce un cambiamento di colore, passando dal bianco trasparente al blu quando la superficie risulta NON CARBONATATA (materiali il cui pH è maggiore di circa 9,2); contrariamente nella superficie carbonatata la soluzione vira assumendo il colore giallo chiaro (valori di pH minori di 9,2).

Nel caso in cui l'indicatore dovesse colorarsi di giallo chiaro, si seguirà ad asportare il calcestruzzo, fino a quando la parte interessata non si colorerà di blu (alcalinità corretta: il calcestruzzo non è soggetto ancora a fenomeni di degrado).



Calcestruzzo con alcalinità corretta: non è necessaria alcuna ulteriore demolizione



Calcestruzzo con inizio di carbonatazione: i fenomeni di corrosione sono innescati



Calcestruzzo carbonatato: fenomeni di corrosione dei ferri d'armatura evidenti

Eseguire la pulizia della superficie demolita e dei ferri d'armatura, rimuovendo le parti di ossido e portandoli a lucido (metallo quasi bianco – Grado SA 2,5 secondo Svek standard) mediante idrosabbatura.

## IL RIPRISTINO DEL CALCESTRUZZO: LA TECNICA OPERATIVA

- Applicare a pennello il trattamento protettivo passivante costituito da F.28 PORFER P (passivante monocomponente a base di cemento e polimeri speciali – classificato come protettore per ferri secondo EN 1504-7) sui ferri puliti. Consumo: ca. 150 gr/metro lineare.
- Dopo 2 ore ca., sarà possibile procedere al ripristino con F.76 TIXO - Classe R3-CC secondo EN 1504-3 - (malta cementizia a basso modulo elastico, a ritiro controllato e scivolamento verticale nullo), applicabile a macchina o con cazzuola in spessori fino a 40 mm per mano. Consumo: ca. 19 Kg/m<sup>2</sup> per cm di spessore.
- Ad essiccazione avvenuta (dopo 24 ore ca.), le superfici riparate potranno essere ulteriormente regolarizzate con la stessa F.76 TIXO, con rasanti a granulometria media tipo F.60 RASOCEM (rasante cementizio a basso modulo elastico per spessori da 3 a 30 mm), F.64 RASOPLAN (malta per protezione CLS secondo EN 1504-2) o con F.76 FINITURA (rasante a basso modulo elastico per regolarizzazioni da 2 a 10 mm) e/o tinteggiate con pitture elastiche a base acrilica o silanica. Consumo F.60 Rasocem/F.76 Finitura: ca. 1,4 Kg/m<sup>2</sup> per mm di spessore.
- Nel caso di ripristini poco estesi (es. riparazione di spigoli, frontalini di balconi, ecc...) o in presenza di temperature particolarmente basse, si potrà utilizzare F.76 TIXO RAPID - Classe R3-CC secondo EN 1504-3 (malta cementizia a basso modulo elastico, a ritiro controllato e scivolamento verticale nullo), applicabile con cazzuola in spessori fino a 40 mm per mano. Consumo: ca. 19 Kg/m<sup>2</sup> per cm di spessore.  
Le superfici riparate con F.76 TIXO RAPID potranno essere tinteggiate con pitture elastiche a base acrilica o silanica e/o ulteriormente regolarizzate mediante l'utilizzo di rasanti fini dopo soli 40 minuti.

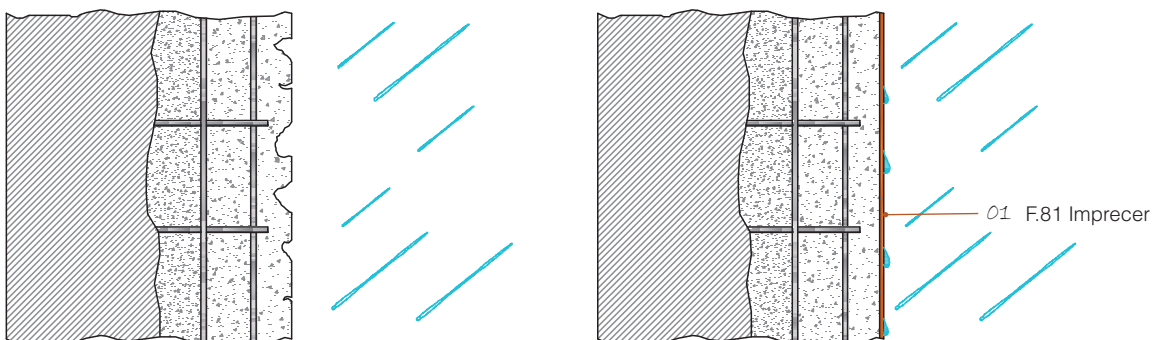
## PROTEZIONE FINALE DELLE SUPERFICI

Oltre al normale ciclo di ripristino, sarà possibile proteggere ulteriormente l'intera struttura con:

F.81 IMPRECER (idrorepellente non filmante a base di polimeri silossanici), applicato a rullo o pennello su calcestruzzo e/o eventuale rasatura a base cemento. Consumo: ca. 0,2 Kg/m<sup>2</sup>. Protettore certificato secondo EN 1504-2.

Le superfici in calcestruzzo trattate con F.81 saranno protette dalla pioggia e dalla penetrazione di smog e agenti inquinanti, che potrebbero favorire nuovamente l'innescò del fenomeno di carbonatazione, senza pregiudicare la traspirabilità.

### Protezione idrorepellente delle superfici ripristinate



La superficie non è protetta da un idrofugo: è maggiore il rischio di infiltrazioni d'acqua

Superficie protetta da idrofugo (F.81 IMPRECER): l'abbassamento del coefficiente di assorbimento, riduce il rischio di infiltrazioni

Il grafico sotto, mostra la differenza di assorbimento d'acqua di un calcestruzzo trattato e non con idrorepellenti a base silossanica o siliconica.

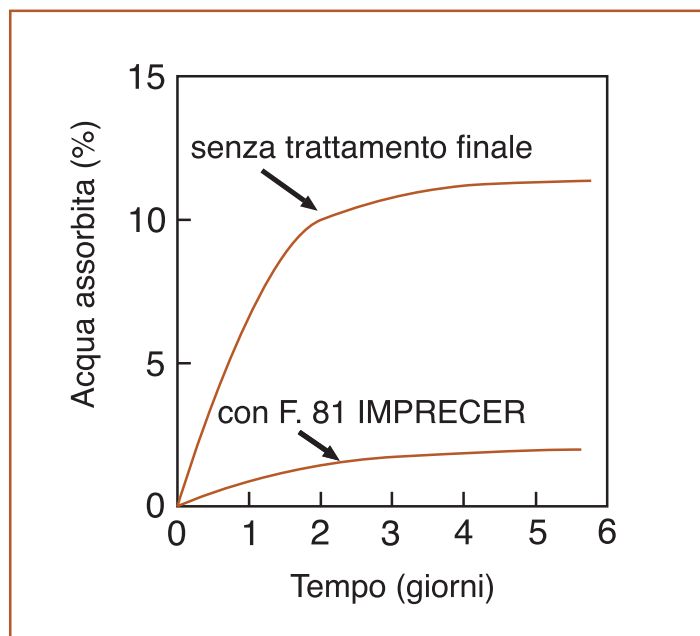
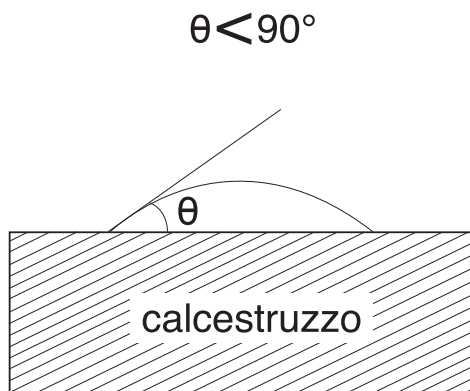
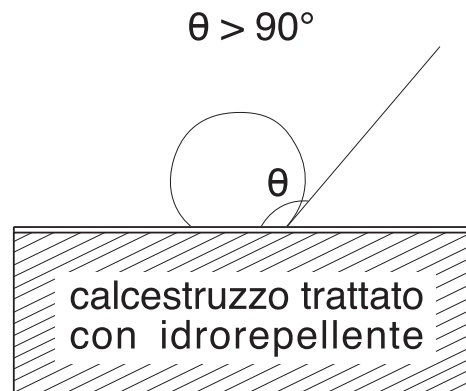


Figura 1



La figura 1, si riferisce ad un solido (es. calcestruzzo) non trattato in cui si può notare che l'angolo di contatto con la goccia d'acqua è minore di  $90^\circ$ : ciò significa che il calcestruzzo è un materiale che potenzialmente potrebbe assorbire pericolose quantità di agenti inquinanti disciolti nelle acque piovane.

Figura 2



La figura 2, rappresenta lo stesso calcestruzzo dopo il trattamento con F.81 IMPRECER. In questo caso la superficie risulta essere idrorepellente: l'angolo di contatto è maggiore di  $90^\circ$ . Non sono state alterate le caratteristiche di traspirabilità, ma dato il basso d'assorbimento, il rischio di infiltrazione di agenti inquinanti pericolosi per il calcestruzzo è notevolmente ridotto.

L'eventuale impermeabilizzazione dell'intera struttura si eseguirà con F.72 ELASTOMALTA (Sistema bicomponente malta cementizia/polimero in dispersione acquosa), applicata a spatola liscia. Questo sistema, solitamente viene utilizzato per strutture prefabbricate di grandi dimensioni come ad es. ponti o viadotti autostradali. F.72 ELASTOMALTA è classificato come malta per la protezione superficiale del calcestruzzo secondo EN 1504-2. Spessore minimo da realizzare: 2 mm. Consumo F.72: ca. 1,6 Kg/m<sup>2</sup> per mm di spessore.

Impermeabilizzazione finale dell'intervento



**NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

EN 1504 parti 1,02,03,07 (UNIONE EUROPEA)

**APPENDICI DI RIFERIMENTO**

Terminologia  
 Marcature CE dei prodotti da costruzione

Pag. 157  
 Pag. 176

## MATERIALI PER LA POSA

Ripristino delle strutture in calcestruzzo



01 **CALCESTRUZZO ADEGUATAMENTE PREPARATO**

02 **FERRI D'ARMATURA PULITI**  
(GRADO SA 2,5-SVENK STANDARD)

03 **TRATTAMENTO PASSIVANTE**  
**FERRI D'ARMATURA**

F.28 PROFER P



Protettore ferri secondo EN 1504-7

04 **MALTA A BASSO MODULO**  
**ELASTICO PER IL RIPRISTINO**

F.76 TIXO



Classe R3CC  
EN 1504-3

F.76 TIXO RAPID



Classe R3CC  
EN 1504-3

05 **STRATO DI FINITURA**  
**SUPERFICIALE**

F.76 FINITURA



06 **PROTEZIONE FINALE**  
**IDROREPELENTE**

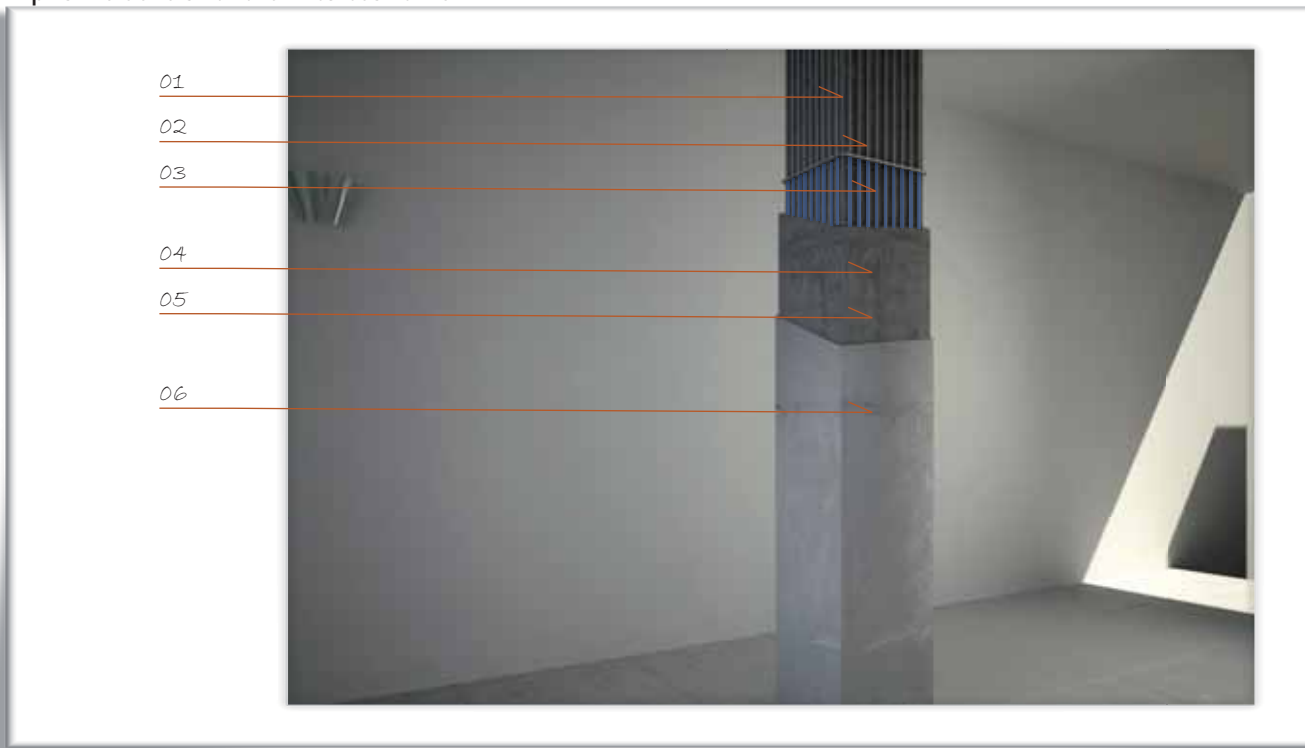
F.81 IMPRECER



Sistema di protezione  
del calcestruzzo  
secondo EN 1504-2

## MATERIALI PER LA POSA

### Ripristino delle strutture in calcestruzzo



01 **CALCESTRUZZO ADEGUATAMENTE PREPARATO**

02 **FERRI D'ARMATURA PULITI**  
(GRADO SA 2,5-SVENK STANDARD)

03 **TRATTAMENTO PASSIVANTE**  
**FERRI D'ARMATURA**

F.28 PROFER P



04 **MALTA A BASSO MODULO**  
**ELASTICO PER IL RIPRISTINO**

F.76 TIXO

F.76 TIXO RAPID



05 **STRATO DI FINITURA**  
**SUPERFICIALE**

F.76 FINITURA



06 **IMPERMEABILIZZAZIONE**  
(FINALE DELLA STRUTTURA)

F.72 ELASTOMALTA

