PROTEZIONE, RIPRISTINO E RIPARAZIONE DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

nuove tecnologie e sistemi

GENERAL G.A ADMIXTURES

PREMESSA

Dal secondo dopoguerra ad oggi, il calcestruzzo è stato il materiale da costruzione più impiegato nel nostro Paese. Negli anni la tecnologia del calcestruzzo ha avuto importanti progressi che hanno consentito di realizzare conglomerati cementizi sempre più performanti, sia dal punto di vista della resistenza che della durabilità. L'impiego degli additivi super-riduttori di acqua e delle aggiunte minerali come la cenere volante consentono oggi di realizzare in maniera piuttosto agevole calcestruzzi con bassi rapporti acqua/cemento e quindi con porosità estremamente ridotte. Inoltre, è stata compresa la fondamentale importanza delle operazioni di ordinaria manutenzione, senza le quali anche il più durabile dei materiali è destinato al degrado. Per questo oggi giorno ogni struttura deve prevedere obbligatoriamente un manuale di manutenzione nel quale vengono descritti dettagliatamente tutti gli interventi necessari a garantire la quotidiana funzionalità. In definitiva, grazie ai progressi Tecnici e Normativi, è oggi possibile realizzare strutture estremamente durabili e capaci di garantire, con buoni margini di tolleranza, i valori di Vita Utile richiesti. Diverso è il discorso per le strutture realizzate fino a poco tempo fa, ovvero fino all'entrata in vigore del D.M. 14 Gennaio 2008, oggi sostituito dal D.M. 17 Gennaio 2018. Purtroppo, sia per negligenza che per ignoranza tecnica, queste strutture sono state progettate e realizzate senza considerare l'aspetto della durabilità. Il calcestruzzo messo in opera aveva solo funzione strutturale mentre per quanto riguarda la durabilità, per lo più si confidava sull'antica credenza che il calcestruzzo fosse eterno. Il risultato di questo è sotto gli occhi di tutti: strutture con età comprese tra i 20 ed i 30 anni presentano spesso segni di degrado più o meno marcato e necessitano di **interventi riabilitativi**.

CARENZA DI DURABILITÀ

ERRORI PROGETTUALI

- Aspetto"Durabilità" trascurato (Classe di Esposizione)
- Materiale inadeguato
- Copriferro ridotto
- Particolari Esecutivi carenti

ERRORI ESECUTIVI

- Aggiunte d'acqua nei calcestruzzi in cantiere
- Compattazione inadeguata
- Stagionatura sbagliata

ERRORI DI GESTIONE

- Assenza di Manutenzione

PRINCIPALI CAUSE DI DEGRADO DEL CALCESTRUZZO

Le strutture in calcestruzzo armato sono sensibili a diverse forme di degrado. In primo luogo conviene distinguere il degrado che si manifesta a seguito dell'ossidazione delle armature da quello che invece riguarda la matrice cementizia.
L'impostazione della UNI EN 206-1, adottata anche dal D.M. 17 Gennaio 2018, considera il Degrado Strutturale come il risultato di uno o più fenomeni "elementari" ciascuno descritto da una Classe di Esposizione.

La Norma UNI EN 1504 "*Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture in calcestruzzo. Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione di conformità*", codifica razionalmente le procedure di intervento sulle strutture esistenti, sulla base anche di ulteriori cause di degrado.

DEGRADO DOVUTO ALLA CORROSIONE DELLE ARMATURE PER CARBONATAZIONE

Si tratta di una delle forme di degrado più comuni. L'anidride carbonica presente nell'aria tende a penetrare, attraverso il copriferro, all'interno degli elementi strutturali evidentemente esposti all'aria.
L'idrossido di calcio $Ca(OH)_2$ presente all'interno della matrice cementizia, come sottoprodotto della reazione di idratazione del cemento, reagisce con l'anidride carbonica (CO_2) trasformandosi in carbonato di calcio ($CaCO_3$). Di per sé questa reazione non porta ad alcun degrado, anzi, in un certo senso rende più compatto il copriferro a seguito della sostituzione di un componente molto dilavabile $Ca(OH)_2$ con uno invece più stabile ($CaCO_3$).
Tuttavia, il $Ca(OH)_2$ presente nella matrice cementizia risulta essenziale perché determina un valore del pH estremamente alcalino (circa 13) nel quale le armature tendono a "passivarsi", ovvero a rivestirsi di un sottilissimo film di ossido che le protegge dalla corrosione.
La progressiva riduzione del contenuto di $Ca(OH)_2$ è accompagnata da una progressiva riduzione del valore del pH del calcestruzzo. Quando quest'ultimo arriva a valori prossimi a 9, il film passivante che riveste le armature diventa instabile e si disgrega, rendendo le barre vulnerabili alla corrosione.
La corrosione potrà tuttavia avvenire solo quando acqua (H_2O) ed ossigeno (O_2) giungeranno, penetrando sempre attraverso il copriferro, a ridosso delle armature.
Pertanto le strutture sensibili a questa tipologia di degrado sono quelle esposte all'aria (presenza di CO_2 e O_2) e al contatto con l'acqua (H_2O), in forma alterna.
Una volta avviato il processo di corrosione, questo porterà alla formazione di ossidi di ferro (quella che comunemente viene chiamata "ruggine") che essendo più voluminosi del metallo di partenza tenderanno a "spingere" il copriferro verso l'esterno portando al suo distacco. In Figura 1 è evidente un classico degrado da carbonatazione, ben riconoscibile dal fatto che l'ossidazione è omogeneamente diffusa su tutte le armature coinvolte.

Figura 1
Pilastro in c.a. degradato a causa della corrosione delle armature dovuta a carbonatazione.
È evidente una diffusa espulsione del copriferro accompagnata da riduzione della sezione resistente delle armature.

DEGRADO DOVUTO ALLA CORROSIONE DELLE ARMATURE PER ATTACCO DA CLORURI

I cloruri presenti nei sali disgelanti applicati d'inverno sulle strutture o quelli di origine marina possono determinare forme di degrado molto intense sul calcestruzzo armato (Figura 2).
A seguito del loro progressivo ingresso attraverso il copriferro, essi tendono ad accumularsi a ridosso delle barre di armatura, dove, raggiunta una concentrazione limite nota come concentrazione critica, determinano una depassivazione delle armature (analoga a quella conseguente al processo di carbonatazione).
In funzione di una serie di parametri, tra i quali il più importante è certamente la permeabilità del calcestruzzo ai cloruri, l'attacco da parte di questi ultimi può avvenire più o meno rapidamente.
Una volta depassivate, le armature sono vulnerabili all'azione dell'acqua e dell'ossigeno che, se presenti contemporaneamente sulla loro superficie, determinano l'innesco dei fenomeni di ossidazione.
La corrosione da cloruri, a differenza di quella da carbonatazione che si presenta in genere come un fenomeno distribuito, è molto insidiosa perché è spesso localizzata in specifici punti dell'armatura. In questi punti, si verifica il fenomeno di "pitting corrosion" che in tempi molto brevi porta dapprima ad una forte riduzione della sezione resistente ed infine ad una rottura delle barre.

Figura 2
Pilastri in c.a. degradato a causa della corrosione delle armature dovuta alla penetrazione dei cloruri. Le sezioni resistenti delle armature possono subire rapide e rilevanti riduzioni.

DEGRADO DELLA MATRICE CEMENTIZIA DOVUTO A CICLI DI GELO-DISGELO

Le strutture esterne esposte al contatto con acqua tendono ad assorbirla per capillarità. Normalmente questo fenomeno non comporta alcun problema, ma per le strutture situate in ambienti dove la temperatura scende periodicamente sotto 0 °C il discorso cambia.
Al di sotto di tale temperatura, infatti, l'acqua assorbita dal conglomerato e presente nelle porosità capillari, si trasforma in ghiaccio aumentando di volume. A seguito di tale variazione dimensionale, nascono delle tensioni di trazione nel materiale che portano alla sua rottura. Il risultato di un certo numero di cicli di gelo-disgelo è quello di una completa disgregazione della parte corticale delle strutture. Se si tratta poi di una struttura armata, il degrado coinvolge anche le armature che, private del copriferro, sono in balia della corrosione.
Questo fenomeno si amplifica ad esempio nel caso delle infrastrutture montane dove, nei periodi invernali, si fa uso di sali disgelanti, con particolare riferimento al Cloruro di Calcio ($CaCl_2$). Questo sale provoca una sorta di dilavamento superficiale del calcestruzzo in quanto reagisce con il $Ca(OH)_2$ presente nella matrice cementizia. È chiaro che la combinazione dei due fenomeni (gelo-disgelo ed applicazione del $CaCl_2$) può determinare forme di degrado particolarmente intense (Figura 3).

Figura 3
Intenso degrado della matrice cementizia dovuto ai cicli di gelo-disgelo ed all'impiego di sali disgelanti.
Le eventuali armature presenti vengono esposte direttamente all'ambiente esterno con conseguente corrosione.

DEGRADO DELLA MATRICE CEMENTIZIA DOVUTO AD ATTACCO CHIMICO

L'aggressione per attacco chimico, ed in particolare quello solfatico, rappresenta una delle forme di degrado più aggressive (Figura 4).
Essa riguarda direttamente la matrice cementizia che, a contatto con tali sostanze, tende a manifestare perdite di massa, espansioni, disallineamenti, deformazioni e fessurazioni.
In caso di attacchi particolarmente intensi, gli elementi strutturali possono subire importanti penalizzazioni di resistenza, fino a compromettere la stabilità e la sicurezza della struttura.
Inoltre, come nel caso dei fenomeni di gelo-disgelo, la fessurazione e disgregazione del copriferro espone le eventuali armature agli agenti ossidanti.

Le principali sostanze chimiche che possono minare la durabilità del calcestruzzo sono:

- Solfati (SO_4^{2-});
- Magnesio (Mg^{++});
- Ammonio (NH^{++});
- CO_2 libera;
- Acidi.

Figura 4
Degrado di una struttura esposta al contatto con acque industriali contaminate da solfati.

ALTRE FORME DI DEGRADO DELLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO ARMATO

REAZIONE ALCALI-AGGREGATO

Coinvolge quei conglomerati confezionati con aggregati contenenti forme particolari di silice reattiva che, reagendo con l'acqua e gli alcali (Na^+, K^+) provenienti dal cemento, producono una reazione espansiva a carattere distruttivo (Figura 5).

Oltre che dal cemento, gli alcali Na^+ possono derivare anche dalla applicazione del sale disgelante NaCl. La reazione si manifesta attraverso diffuse fessurazioni del copriferro, di intensità più o meno marcata a seconda del contenuto di silice negli aggregati e di alcali nel cemento. In presenza di tale degrado, la durabilità strutturale viene seriamente compromessa, in quanto il copriferro non riesce a svolgere la sua funzione protettiva. Nelle forme più intense, la fessurazione può essere tale da compromettere la staticità dell'elemento strutturale o dell'intera struttura.

FESSURAZIONI DA RITIRO, TERMICHE O STRUTTURALI

Gli elementi strutturali interessati da fessurazioni o microfessurazioni possono subire una notevole penalizzazione di durabilità. Le fessure, infatti, rappresentano vere e proprie vie di accesso preferenziali degli agenti aggressivi esterni.

Anidride carbonica, Cloruri, Solfati, Ossigeno e acqua possono penetrare facilmente attraverso il copriferro lesionato e degradare in tempi rapidi sia il calcestruzzo che le barre di armatura.

Le fessure possono svilupparsi per una serie di motivi. I principali sono:

- **Ritiro igrometrico,** ovvero la variazione dimensionale (contrazione) che il calcestruzzo subisce quando è esposto in ambienti insaturi di umidità. Tale contrazione, quando impedita dal vincolo strutturale, determina la nascita di coazioni interne di trazione che sfociano in fessure.
- **Gradienti termici** derivanti da differenti temperature tra la periferia della struttura ed il nucleo dei getti di calcestruzzo. Il caso più comune è quello della realizzazione di getti massivi (Figura 6).
- **Applicazione di carichi statici o dinamici** che comportano la nascita di tensioni di trazione superiori alla resistenza a trazione del calcestruzzo.

Figura 5
Fessurazione di una struttura in c.a. dovuta a reazione alcali aggregato.

Figura 6
Fessurazione di una struttura in c.a. dovuta a gradienti termici.

DILAVAMENTO ED EFFLORESCENZE

L'acqua può penetrare all'interno del calcestruzzo mettendo in soluzione l'idrossido di calcio $Ca(OH)_2$. Il successivo processo di evaporazione porta questa soluzione di calce verso la superficie, dove, in presenza di anidride carbonica (CO_2), si trasforma in carbonato di calcio ($CaCO_3$), caratterizzato da una colorazione bianca (Figura 7).

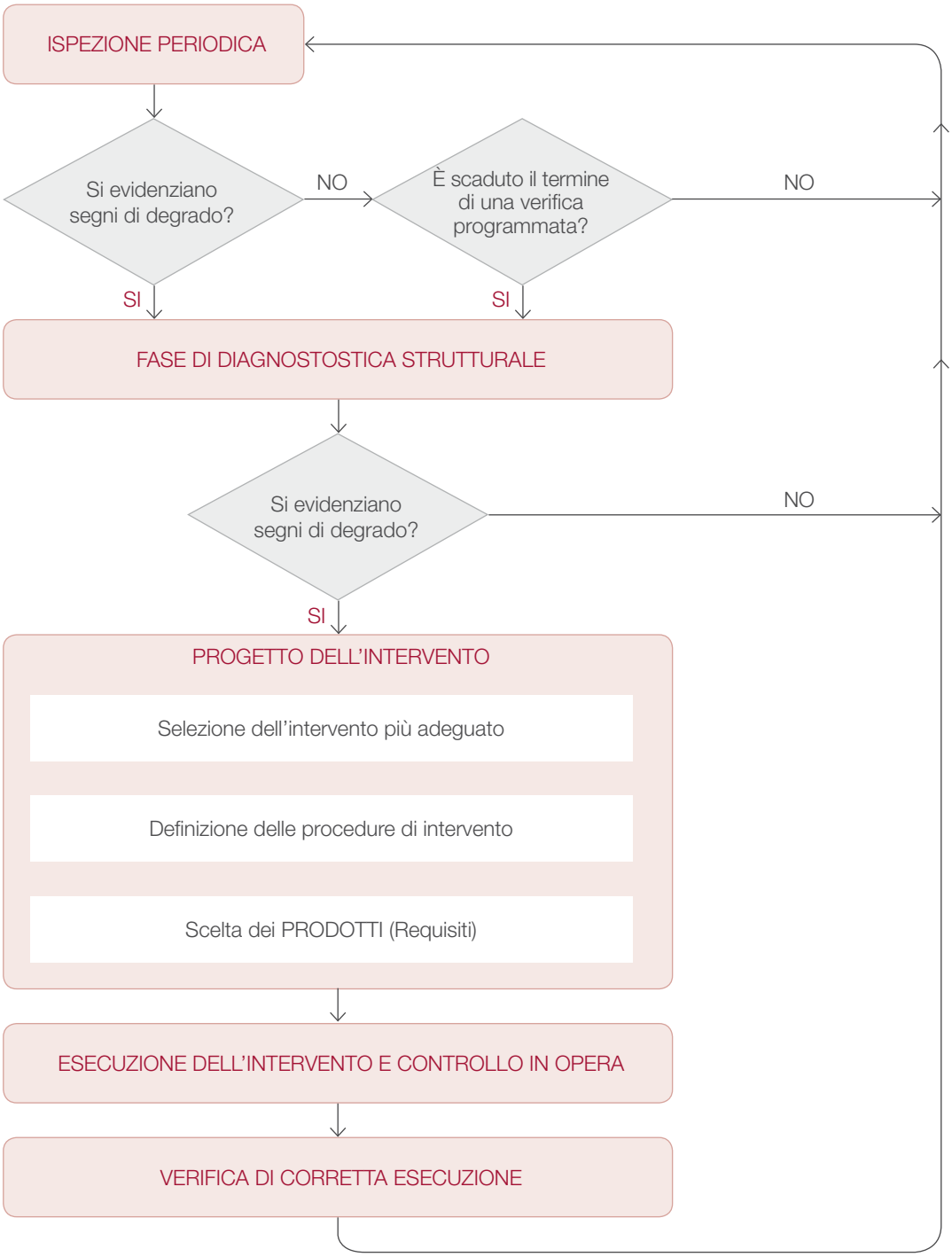
Figura 7
Efflorescenze superficiali all'intradosso di una soletta da ponte.

IMPATTI, SOVRACCARICHI, SISMA, ESPLOSIONI
Sono eventi particolari che possono compromettere notevolmente la stabilità e la durabilità delle opere. Sicuramente, in occasione di una queste situazioni, l'aspetto della durabilità passa in secondo piano in quanto risulta prioritario ripristinare le condizioni di sicurezza in termini di stabilità strutturale (Figura 8).

Figura 8
Rottura di una porzione di soletta causata da un urto.

GESTIONE DI UNA STRUTTURA E ORGANIZZAZIONE DI UN INTERVENTO

Qualsiasi intervento su una struttura esistente deve essere adeguatamente pianificato e progettato. La stessa Norma UNI EN 1504-9 definisce al punto B.4, a grandi linee, la corretta procedura per effettuare un progetto di intervento di protezione, di ripristino e di riparazione.



FASE DI DIAGNOSTICA STRUTTURALE

Si tratta della fase preliminare a qualsiasi intervento di ripristino. Diversi sono gli scopi di questa fase:

1. Individuare i difetti e le forme di degrado presenti sulla struttura;
2. Individuare le cause che hanno determinato tali condizioni;
3. Quantificare il livello di degrado presente;
4. Valutare la qualità del calcestruzzo in opera;
5. Scegliere la tecnica di intervento più adatta.

La fase di diagnostica comincia sempre con una approfondita analisi visiva delle opere, che consente di valutare:

1. La condizione generale del copriferro (Figura 9);
2. Individuazione dei quadri fessurativi e degli eventuali danni alla matrice cementizia;
3. La presenza di eventuali armature aggredite da corrosione (Figura 10);
4. La presenza di deformazioni/cedimenti strutturali.

Figura 9
Struttura con copriferro degradato.

Figura 10
Valutazione dello stato di corrosione delle armature attraverso misura diretta dei diametri (a) o misura del potenziale di corrosione (b).

Individuate le diverse forme di degrado/dissesto presenti sulle strutture, per ciascuna di esse verranno impiegati specifici metodi di indagine per studiare più approfonditamente il livello di degrado.

CORROSIONE DA CARBONATAZIONE

Se dall'ispezione visiva emerge la presenza di armature corrose ed in vista a causa dell'espulsione di porzioni di copriferro, è molto probabile la presenza del fenomeno di carbonatazione. In tal caso, è opportuno valutare, nelle diverse zone interessate dal degrado, la profondità di carbonatazione, ovvero quantificare lo spessore di copriferro interessato dal fenomeno.
Per le strutture esterne che possono entrare in contatto con l'acqua, è sempre opportuno fare questa verifica, anche quando non si ha evidenza di corrosione in atto.
La verifica consiste nel prelevare un campione di calcestruzzo (carota) nel punto nel quale si vuole valutare le profondità di carbonatazione ed applicare sulla sua superficie una sostanza nota come fenolftaleina. A seguito di questa applicazione, la carota di calcestruzzo assumerà, nella zona non carbonatata, una colorazione violacea. Sarà possibile quindi misurare direttamente lo spessore carbonatato (Figura 11).

Figura 11
Le zone carbonatate non subiscono colorazione violacea a seguito della applicazione di fenolftaleina.

Possono presentarsi le seguenti casistiche (Figura 12):

(a) Il copriferro risulta integro e non carbonatato;
(b) Il copriferro risulta integro e carbonatato per uno spessore inferiore al copriferro;
(c) Il copriferro risulta integro e carbonatato per uno spessore superiore al copriferro e l'armatura risulta non corrosa;
(d) Il copriferro risulta carbonatato per uno spessore superiore al copriferro e a causa della corrosione dell'armatura risulta localmente distaccato.

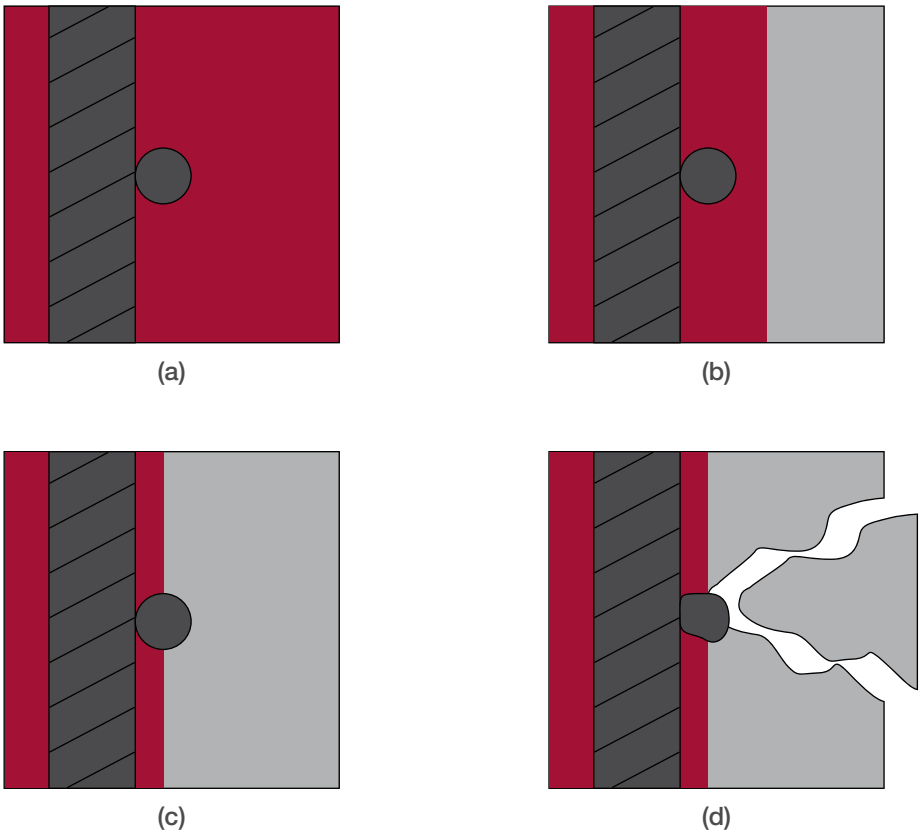


Figura 12
Diverse casistiche che possono presentarsi nel caso di carbonatazione del calcestruzzo.

Interventi consigliati:

(a) Le armature all'interno della struttura sono adeguatamente protette e non sono necessari interventi.

(b) Lo spessore di carbonatazione non ha raggiunto l'armatura che quindi risulta "avvolta" da calcestruzzo sano con pH di circa 13. In queste condizioni l'armatura risulta ancora in stato "passivato" e quindi è adeguatamente protetta nei confronti dell'ossidazione. È possibile stimare il tempo necessario al fronte di carbonatazione per giungere a ridosso delle armature con la seguente formula:

$t_{res}=t_{ind} * (c/d)^2$

dove:

t_{res} è il tempo residuo (in anni) prima della depassivazione delle armature e dell'innesco della corrosione;

t_{ind} è il numero di anni trascorso tra la realizzazione dell'opera e l'istante in cui è stato misurato lo spessore di carbonatazione (tempo di indagine);

c è lo spessore del copriferro, valutato o in maniera diretta attraverso indagine diretta o indirettamente mediante una indagine pacometrica;

d è la misura dello spessore dello strato carbonatato al tempo t_{ind}.

Si consiglia di non attendere che il fronte di carbonatazione raggiunga le armature prima di intervenire sulla struttura in modo da evitare che il copriferro possa subire fessurazioni. L'intervento consigliato in questo caso è il **Sistema Protezione G.A.**.

(c) Lo spessore di carbonatazione ha raggiunto l'armatura che quindi è certamente depassivata. Il fatto che le armature non siano ossidate dipende dal fatto che acqua ed ossigeno non hanno raggiunto la loro superficie ed innescato la corrosione. Si tratta di una condizione limite, in quanto le armature sono del tutto vulnerabili alla corrosione. Se il copriferro risulta compatto e non fessurato si può ricorrere al **Sistema Protezione G.A..** Se invece il copriferro comincia a mostrare segni di degrado, come fessurazioni o suoni "a vuoto" che indicano un principio di distacco, sarà opportuno ricorrere al **Sistema Ripristino G.A.**.

(d) Lo spessore di carbonatazione ha raggiunto l'armatura, depassivandola e, inoltre, acqua ed ossigeno hanno già innescato la corrosione. Gli ossidi di ferro formatisi a seguito della corrosione hanno determinato la fessurazione e l'espulsione del copriferro. Quest'ultimo non è più in grado di proteggere le armature e con molta probabilità l'elemento strutturale in questione ha raggiunto la fine della sua vita utile. Si tratta di una condizione intollerabile. Qualora il degrado fosse limitato al solo copriferro e le armature non abbiano subito sensibili riduzioni della sezione resistente si consiglia il **Sistema Ripristino G.A.**. Al contrario, se il degrado si fosse esteso anche al calcestruzzo in profondità, portando ad una rilevante ossidazione delle armature (principali e secondarie) con importanti riduzioni delle loro sezioni resistenti, si consiglia il **Sistema Riparazione G.A.**.

CORROSIONE DA CLORURI

Nel caso di strutture esposte ai cloruri (Figura 13), la presenza di corrosione delle armature rappresenta un campanello di allarme da non sottovalutare. In particolare ci si riferisce a:

- Strutture realizzate a diretto contatto con il mare;
- Strutture realizzate in prossimità della costa (fino anche a 3÷5 km dal mare);
- Strutture soggette, direttamente o indirettamente, al trattamento con sali disgelanti (solette e pile di viadotti, parcheggi, ...);
- Strutture industriali utilizzate per il trattamento di sostanze contenenti cloruri.

In questi casi, l'indagine diagnostica deve necessariamente aiutare a stabilire:

- Livello di cloruri presente all'interno di tutto lo spessore del copriferro, fino ad arrivare alla superficie delle armature;
- Stato di conservazione delle armature, con particolare riguardo alla presenza di fenomeni di corrosione localizzata (pitting). Questa forma di corrosione (Figura 13b) è estremamente pericolosa perché porta in breve tempo a rilevanti riduzioni della sezione resistente delle armature con conseguenti possibili rotture fragili degli elementi strutturali.

Figura 13
(a) Rilevante corrosione delle armature di una soletta di viadotto soggetta alla applicazione di sali disgelanti. La sezione resistente residua è pressoché nulla.
(b) Corrosione localizzata dovuta all'aggressione da cloruri (pitting).

Le due principali tecniche che consentono di stabilire la presenza di cloruri all'interno dello spessore del copriferro sono le seguenti:

1. Prova colorimetrica alla fluoresceina e nitrato di argento (UNI 7928);
2. Analisi chimica per la determinazione del profilo dello ione cloruro (UNI CEN/TS 12390/11: 2010).

Il primo metodo di prova consiste nel prelevare un campione di calcestruzzo dalla struttura (carota) e, dopo averla rotta lungo una direttrice (prova brasiliana), trattare la superficie interna con fluoresceina e nitrato di argento. A seguito di tale trattamento, la porzione di calcestruzzo non contaminata da cloruri assume colore scuro, mentre quella con presenza di cloruri assume colore roseo (Figura 14).
Nell'applicare questa metodologia di prova bisogna prestare molta attenzione alla presenza di carbonatazione. In questo caso il test può fornire indicazioni errate.
In presenza di carbonatazione, prima di applicare la fluoresceina e il nitrato di argento, si deve trattare la superficie del calcestruzzo con una soluzione di idrossido di sodio al 6% in modo da ripristinare l'ambiente basico (pH circa 13) modificato dal processo di carbonatazione.
Confrontando lo spessore di calcestruzzo contaminato da cloruri con il valore del copriferro si può concludere sul rischio di corrosione delle armature.

Figura 14
Dopo il trattamento della superficie con fluoresceina e nitrato di argento, la parte di calcestruzzo contaminata dai cloruri assume colore chiaro-rosaceo, mentre quella non contaminata assume colorazione bruna.

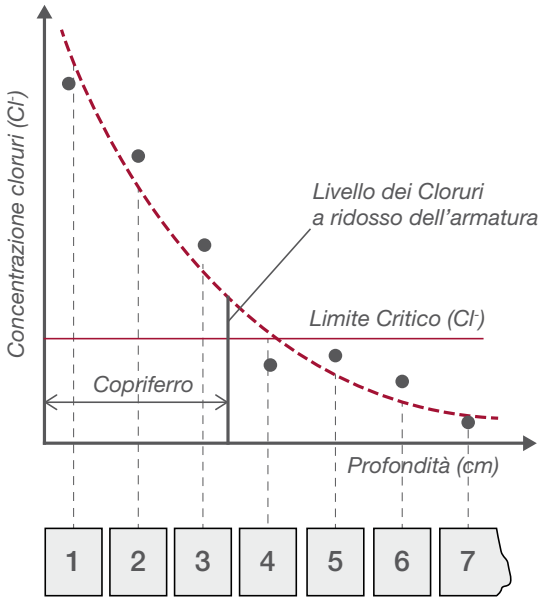


Figura 15
Determinazione del profilo dello ione cloruro in una carota di calcestruzzo. Il livello di cloruri presente a ridosso delle armature, ovvero ad una profondità pari allo spessore del copriferro va confrontato con il valore limite, noto come "concentrazione critica" dei cloruri.

Il secondo metodo di prova consiste nel prelevare una carota di calcestruzzo, discretizzarla in una serie di campioni e valutare su ciascuno di essi la concentrazione di cloruro. Quello che si ottiene è l'andamento della concentrazione di cloruri in funzione della profondità del calcestruzzo, ovvero il cosiddetto profilo di penetrazione dello ione cloruro.
Se alla profondità corrispondente allo spessore del copriferro risulta una concentrazione di cloruri superiore a quella critica (Figura 15), esiste una certa probabilità che l'armatura sia depassivata e affetta da corrosione.

La concentrazione critica dei cloruri non è certamente un valore univoco e ben determinato ma dipende da una serie fattori. In letteratura si fa riferimento generalmente allo 0,4% (valutato sul peso di cemento).

In funzione di una prestabilita concentrazione critica, in generale possono presentarsi le seguenti casistiche:

(a) Il copriferro risulta integro e compatto. Il profilo dello ione cloruro evidenzia che a ridosso delle armature la concentrazione dei cloruri è inferiore a quella critica e una indagine a campione sulle armature ha evidenziato assenza di corrosione.
In questo caso le armature sono ancora passivate e pertanto adeguatamente protette dalla corrosione. Bisogna tuttavia intervenire in modo da bloccare l'accesso di ulteriori cloruri, in modo da scongiurare il raggiungimento del tenore critico a ridosso delle armature.
Allo scopo si consiglia l'applicazione del **Sistema Protezione G.A.**.

(b) Il copriferro risulta integro e compatto. Il profilo dello ione cloruro evidenzia che a ridosso delle armature la concentrazione dei cloruri è superiore a quella critica e una indagine a campione sulle armature ha evidenziato assenza di corrosione.
In questo caso le armature sono probabilmente depassivate e pertanto esposte al rischio di corrosione. Il fatto di non aver riscontrato effettivamente ossidazione delle armature sta a significare che acqua ed ossigeno non hanno avuto modo di penetrare nel copriferro per raggiungere il metallo.
In queste condizioni bisogna intervenire tempestivamente con il **Sistema Protezione G.A.** in modo da bloccare l'ingresso di altri cloruri e soprattutto di acqua. Qualora, per le particolari condizioni di utilizzo della struttura o per la sua importanza, vi siano dubbi sulla possibilità di applicare efficacemente il **Sistema Protezione G.A.**, si consiglia il **Sistema Ripristino G.A.**.

(c) Il copriferro risulta parzialmente o totalmente fessurato, con alcune porzioni distaccate. Il profilo dello ione cloruro evidenzia che a ridosso delle armature la concentrazione dei cloruri è superiore a quella critica e una indagine a campione sulle armature ha evidenziato presenza di corrosione.
Si tratta di una condizione estremamente al limite e bisogna intervenire tempestivamente con il **Sistema Riparazione G.A.**.

GELO-DISGELO

Questa tipologia di degrado è comune in quelle strutture operanti in zone ove la temperatura ambientale subisce variazioni cicliche attorno al valore di 0° C.
L'alternanza di un certo numero di cicli di gelo-disgelo determina un progressivo degrado della matrice cementizia che si manifesta prima attraverso uno sfaldamento superficiale (scaling) e poi con la successiva disintegrazione del materiale. In presenza di sali disgelanti, questa forma di degrado viene notevolmente amplificata, tanto da determinare rilevanti perdite di materiale.
In fase di realizzazione, le strutture esposte a cicli di gelo-disgelo devono essere realizzate con un calcestruzzo adeguatamente "aerato", ovvero dotato di un certo quantitativo (3 – 5%) di aria inglobata al suo interno. Questo accorgimento conferisce al materiale la capacità di resistere per lungo tempo agli effetti del gelo-disgelo.

La fase diagnostica si limita, generalmente, alla raccolta di una serie informazioni volte a escludere altre tipi di cause. In particolare si valuterà:

1. Condizioni ambientali del sito con questo tipo di aggressione (Esistenza di escursioni termiche);
2. Eventuale impiego di Sali disgelanti a carico della struttura;
3. Eventuale aggressione da cloruri

Appurato che si tratti effettivamente di degrado per gelo-disgelo, si dovrà valutare l'entità dell'aggressione. In generale si manifestano tre casi:

a. Il danno alla matrice cementizia è superficiale e non si riscontra presenza di distacco di copriferro e/o corrosione delle armature. In questo caso si consiglia di intervenire con il **Sistema Protezione G.A.**.
b. Il degrado è più profondo ed interessa gran parte o tutto il copriferro. Inoltre, su localizzate porzioni dell'elemento, si individuano fessurazioni e suoni "a vuoto" che indicano un principio di distacco. In questo caso si consiglia di intervenire con il **Sistema Ripristino G.A.**.
c. Il degrado è esteso a rilevanti porzioni di copriferro, con riduzione della sezione resistente. Le armature sono a vista e aggredite da corrosione. In questo caso si consiglia di intervenire con il **Sistema Riparazione G.A.**.

REAZIONE ALCALI-AGGREGATO

La presenza di un diffuso quadro fessurativo, eventualmente accompagnato da secrezione di una sostanza gelatinosa attraverso le fessure, possono far pensare alla presenza di reazione alcali-aggregato (ASR, Alkali Silica Reaction). Spesso si verificano veri e propri distacchi di porzioni di copriferro, in forma di cono, in corrispondenza di aggregati dal colore bruno (fenomeno pop out, frequente nel caso di pavimentazioni industriali).

I presupposti essenziali perché si tratti effettivamente di ASR sono:

- Presenza di aggregati contaminati dalla presenza di silice amorfa. Particolarmente a rischio sono le regioni sul versante adriatico come l'Emilia Romagna, le Marche, l'Abruzzo ed il Molise.
- Presenza di acqua. Saranno quindi soggette a tale fenomeno di degrado quelle strutture che possono venire a contatto con acqua o con ambienti piuttosto umidi.
- Presenza di alcali (Na^+, K^+). Sono sostanze sempre presenti nella matrice cementizia in quanto sempre contenute nel cemento. Strutture realizzate con calcestruzzi molto ricchi di cemento (es. strutture prefabbricate) possono sviluppare (se è stato fatto uso di aggregati contaminati) forme di ASR particolarmente degradanti. Ulteriori alcali possono provenire dall'esterno, come nel caso di strutture sottoposte al sale disgelante NaCl.

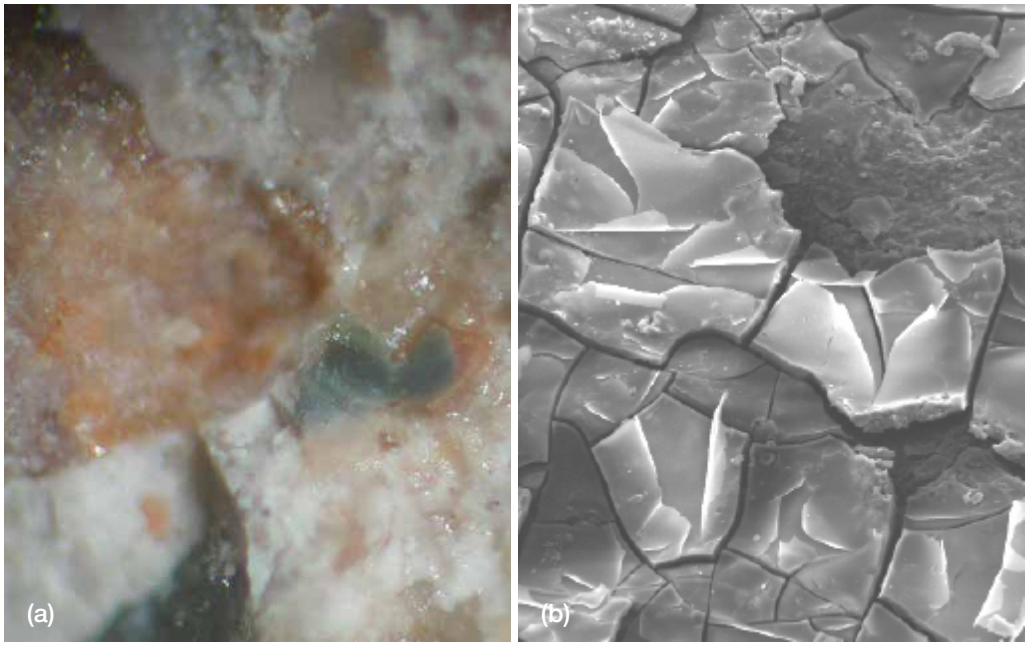


Figura 16
Fase vetrosa osservabile con lo stereomacroscopio (a) e con il microscopio elettronico (b).

Al fine di stabilire con estrema certezza la presenza di ASR, si consiglia di estrarre una carota (o microcarota) dalla struttura fessurata. Sarà opportuno eseguire il prelievo proprio a ridosso di una fessura, in modo da avere maggiore probabilità di prelevare un aggregato reattivo agli alcali.

Sul campione estratto possono essere eseguite due tipologie di indagine:

1) Osservazione del campione con stereomacroscopio e microscopio elettronico a scansione, per valutare visivamente la eventuale presenza di fasi vetrose, prodotto della reazione alcali-aggregato (Figura 16);
2) Analisi chimica elementare mediante spettroscopia ai raggi X a dispersione di energia (EDXA) per evidenziare, eventualmente, la presenza di alcali e di silice amorfa (Figura 17).

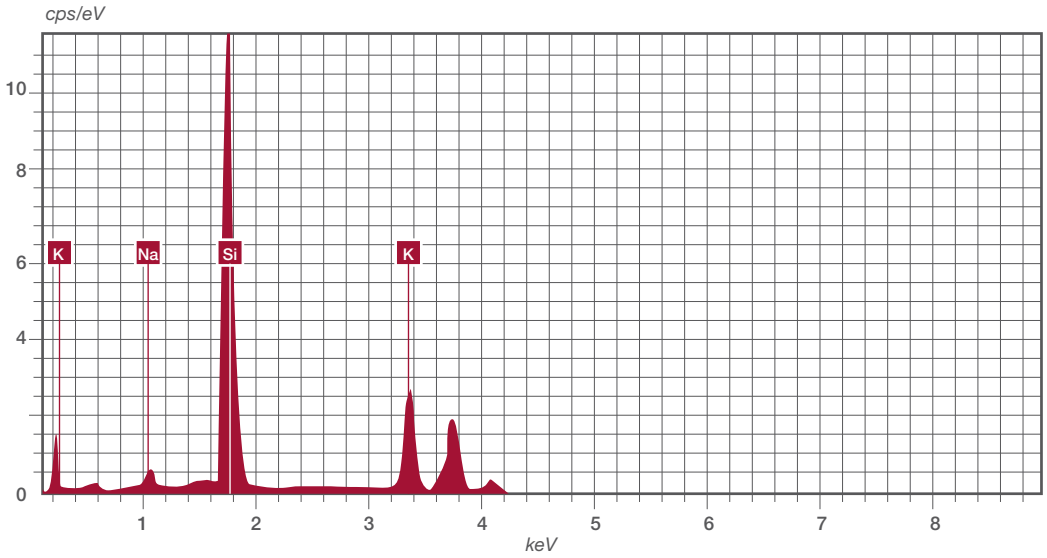


Figura 17
Analisi EDXA. Sono evidenti gli alti livelli di Si, Na e K. È quindi probabile la presenza del fenomeno ASR.

Stabilita la presenza della reazione ASR, dovrà essere valutato lo stato di conservazione delle armature.
Se il fenomeno di degrado è agli esordi, il quadro fessurativo sarà limitato e il copriferro sostanzialmente integro. Si procederà con l'applicazione del **Sistema Protezione G.A.** accompagnato dall'impiego del prodotto IHNIBITOR ASR.
Qualora il copriferro abbia subito danni (espulsioni o fessurazioni rilevanti) ma le armature si presentano integre e non aggredite da corrosione, si potrà intervenire con il **Sistema Ripristino G.A.** accompagnato dall'impiego del prodotto IHNIBITOR ASR.
Qualora, le armature fossero compromesse o comunque aggredite da corrosione, si procederà con il **Sistema Riparazione G.A.**, sempre accompagnato dall'applicazione di IHNIBITOR ASR.

ATTACCO SOLFATICO

Questo tipo di degrado, tipico di strutture a contatto con acque o terreni che contengono solfati, si può manifestare con la perdita di massa (dilavamento del copriferro), rigonfiamenti e fessurazioni.
Una semplice analisi chimica quantitativa del contenuto di solfato nel calcestruzzo può confermare la tipologia di aggressione.
Considerando che il calcestruzzo è caratterizzato da un contenuto "fisiologico" di solfato (SO_3) compreso tra lo 0,3 e lo 0,6% (valori medi) sul peso di calcestruzzo, quantitativi significativamente superiori allo 0,6% confermerebbero la presenza di questa forma di degrado.
Spesso conviene analizzare il contenuto di solfati sia in prossimità del degrado che in porzioni di struttura ove il degrado non si è manifestato. Dovrebbe potersi riscontrare, nella zona di degrado, un contenuto di solfati decisamente superiore a quello caratteristico della zona non degradata.
Una ulteriore verifica del fenomeno può essere fatta con una analisi qualitativa per diffrazione dei raggi X (Figura 18). Questo tipo di analisi è in grado di determinare, all'interno di un campione prelevato dalla struttura degradata, le sostanze prodottesi a seguito delle reazioni chimiche promosse dai solfati: gesso, ettringite e thaumasite.

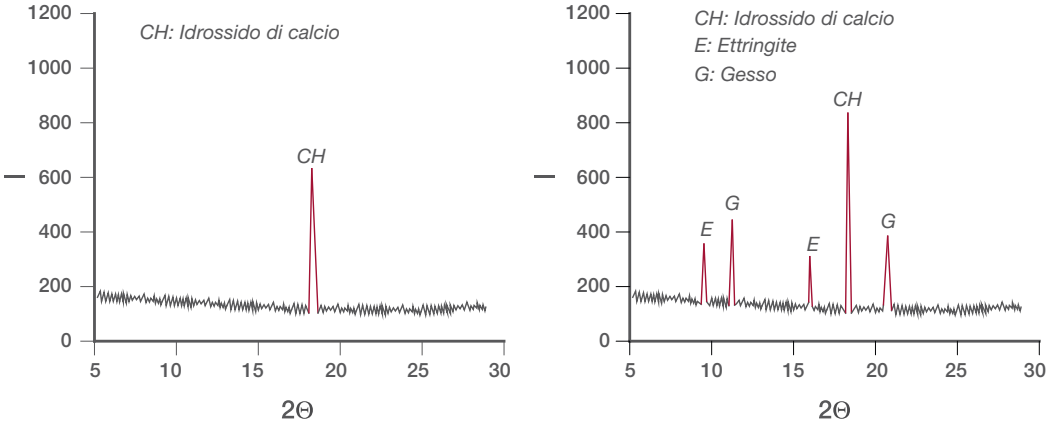


Figura 18
Analisi per diffrazione ai raggi X per la ricerca delle sostanze derivanti dalle reazioni prodotte dai solfati .

PRODOTTI

General Admixtures propone una serie di prodotti che possono essere utilizzati per prolungare la vita e l'integrità strutturale di una varietà di strutture in calcestruzzo:

INFRASTRUTTURE
Tra cui autostrade, ponti, gallerie, dighe, aeroporti, impianti di produzione di energia, fognature e impianti di depurazione, opere idrauliche in genere.

EDIFICI COMMERCIALI ed INDUSTRIALI
Tra cui parcheggi, appartamenti / condomini, alberghi, stadi, centri commerciali, negozi, uffici, centri di distribuzione / magazzini, capannoni.

SERVIZI
Tra cui scuole, ospedali, strutture strategiche, chiese e complessi militari.

PRODOTTI PER LA PROTEZIONE

Il Sistema di Protezione da utilizzare dipende dalle cause di deterioramento effettivo o potenziale, dalla intensità dell'aggressione e dai principi e metodi più appropriati al singolo caso in esame.
General Admixtures propone una vasta gamma di Tecnologie per aumentare, attraverso trattamenti ed applicazioni superficiali, la resistenza delle strutture, soprattutto in termini di durabilità:

- Rivestimenti superficiali, Epossidici e Polimerici (Linee EPOXY e SKIN PROTECT);
- Rivestimenti anticorrosione (INHIBITOR PU);
- Protezioni superficiali con azione impregnante (Linea AQUAFOBIC);
- Protezioni superficiali per pavimenti in calcestruzzo (Linea FLOOR PROTECT);
- Applicazioni superficiali con azione migratoria cristallizzante (SKIN PROTECT 300);
- Applicazioni superficiali per prevenire la reazione Alcali-Aggregato (INHIBITOR ASR);
- Membrane Elasto – Cementizie (Linea SKIN FLEX);
- Inibitori di corrosione migratori (INHIBITOR SKIN C10).

PRODOTTI PER LA RIPARAZIONE STRUTTURALE E PER OPERAZIONI ACCESSORIE

I prodotti a base cementizia per il ripristino strutturale del calcestruzzo sono stati formulati per assorbire le sollecitazioni a cui la struttura è sottoposta trasferendo i carichi per aderenza alla struttura originaria. Pertanto sono caratterizzati da un'elevata adesione al supporto e da un ritiro contenuto.

Le caratteristiche dei prodotti proposti variano in funzione:

- della prestazione desiderata;
- delle caratteristiche dell'intervento (riparazione, ripristino, riabilitazione, finitura);
- delle caratteristiche della struttura da riabilitare (Modulo elastico, condizioni del supporto);
- della modalità applicativa (orizzontale sopra testa, verticale o a colare);
- dello spessore di intervento;
- del diametro massimo dell'aggregato;
- della durabilità.

Per interventi speciali, i prodotti a base cementizia possono essere integrati con additivi stagionanti in massa (GINIUS SRA1), acceleranti (ACCEL N), ritardanti (RETARD G3) o fibre di varia natura. Queste ultime, disponibili in acciaio, polipropilene ed in vetro, determinano un rilevante incremento di duttilità delle applicazioni. Per le operazioni accessorie, sono disponibili Tecnologie per gli ancoraggi (di telai, piastre, profili, barre d'acciaio,..), per la sigillatura di fessure, per iniezioni consolidanti e per l'incollaggio strutturale.

FIBRE

Le fibre possono essere inserite durante la fase di miscelazione delle malte strutturali e dei betoncini insieme all'acqua e consentono di migliorare la resistenza alla fessurazione, avere un comportamento duttile in fase post fessurativa e incrementare la resistenza a trazione del materiale.

- FIBERCOLL FLEX e FIBERCOLL FLAT: fibre polipropileniche e in poliestere per il controllo delle fessure ed il rinforzo del calcestruzzo;
- FIBERCOLL M13: fibre d'acciaio di lunghezza 13 mm, sagomate ad uncino alle estremità, per il rinforzo strutturale del calcestruzzo;
- FIBERCOLL GL: fibre di vetro.

PRODOTTI PER ANCORAGGI, INCOLLAGGI, RIPRESE DI GETTO, INIEZIONI E SIGILLATURE

A seconda della tipologia dell'intervento e della natura del supporto, sono disponibili efficaci prodotti per interventi di precisione. Per gli ancoraggi si potrà scegliere tra prodotti a base cementizia (ANKOR MF4) e prodotti a base di resine epossidiche (ANKOR EPO). Per gli incollaggi strutturali, le riprese di getto e la sigillatura di lesioni, sono disponibili resine epossidiche sia nella versione fluida (ADESIVE EPOXY) che in quella tixotropica (ADESIVE EPOXY TIXO). Per le iniezioni nell'ambito dei consolidamenti è disponibile la specifica boiacca a base cementizia STRUCTURE FILL.

PRIMER

Nell'ambito degli interventi di protezione, riparazione o rinforzo si ha spesso l'esigenza di stabilizzare preliminarmente i supporti e migliorarne l'adesione con i prodotti o rivestimenti da applicare. A tale scopo, General Admixtures fornisce, a seconda del tipo di intervento da realizzare, Primer di ultima generazione sia a base epossidica (EPOXY PRIMER TC, EPOXY PRIMER 300, EPOXY PRIMER AR) che acrilica (GRAB W).

PRODOTTI PER LA STAGIONATURA

La stagionatura delle strutture in calcestruzzo riparate o ripristinate con le malte a base cementizia devono essere protette nelle ore immediatamente successive all'applicazione dei prodotti. Normalmente vengono nebulizzati dei prodotti stagionanti che consentono di conservare l'umidità relativa della malta o del betoncino favorendo gli sviluppi del fenomeno espansivo e delle prestazioni meccaniche, o vengono introdotti degli additivi SRA all'interno della miscela:

- CURING WF: forma una membrana superficiale ultrasottile sul conglomerato appena indurito che impedisce l'evaporazione;
- CURING S: reagisce con l'acqua ed i Sali solubili presenti durante l'idratazione del cemento formando una pellicola cristallina che limita l'evaporazione;
- GINIUS SRA 1: aggiunto in massa durante il confezionamento della malta espansiva o del betoncino, favorisce l'autostagionatura del conglomerato e lo sviluppo dell'espansione durante i tempi iniziali di maturazione.

PRODOTTI PER INTERVENTI CASSERATI

Il grado di finitura di questi interventi dipende anche dalla scelta del tipo di disarmante.

- DEMOULD SP: disarmante universale pronto per l'uso indicato per tutte le tipologie di casseforme;
- DEMOULD PRiMIUM: disarmante in emulsione acquosa pronto per l'uso indicato soprattutto per casseri in compensato multistrato per ottenere elevate finiture faccia-vista.

ROGER
MAXIFLEX PLUS
FLEXIBO 545 CE

SISTEMA PROTEZIONE G.A.

Il **Sistema Protezione G.A.** fornisce gli strumenti utili a migliorare la resistenza di una struttura nei confronti di una specifica forma di aggressione.

Parliamo di una struttura nella quale l'aggressione:

1. È stata individuata nella sua fase iniziale;
2. È limitata alla parte corticale degli elementi, non vi sono distacchi di calcestruzzo, perdite di materiale, o corrosione delle armature;
3. In questa situazione, anche se la struttura appare integra e priva di manifestazioni di degrado, le riserve di resistenza del materiale nei confronti dello specifico fenomeno aggressivo sono limitate. Se non si interviene tempestivamente si rischia di aggravare la situazione con conseguente aumento dei costi per il futuro ripristino.

TECNOLOGIE

Le Tecnologie proprie del **Sistema Protezione G.A.** sono:

- Rivestimenti epossidici (Linea EPOXY);
- Rivestimenti polimerici (Linea SKIN PROTECT);
- Rivestimenti anticorrosione (INHIBITOR PU);
- Protezioni superficiali con azione impregnante (Linea AQUA FOBIC);
- Protezioni superficiali per pavimenti in calcestruzzo (Linea FLOOR PROTECT);
- Protezioni superficiali con azione migratoria cristallizzante (SKIN PROTECT 300);
- Protezioni superficiali per prevenire la reazione ASR (INHIBITOR ASR);
- Membrane Elasto – Cementizie (Linea SKIN FLEX);
- Inibitori di corrosione migratori (INHIBITOR SKIN C10).

Applicazioni Particolari

a. Ambienti aggressivi promotori di corrosione delle armature: si consiglia di proteggere le armature applicando sulla superficie del calcestruzzo l'inibitore di corrosione migratorio INHIBITOR SKIN C10.
b. Ambienti fortemente aggressivi, quali acque aggressive, sostanze acide, solfati, ecc… Si consiglia di valutare, a seconda del supporto e delle sostanze aggressive, l'applicazione di rivestimenti protettivi epossidici (linea EPOXY), polimerici (linea SKIN PROTECT) o anticorrosione (INHIBITOR PU).
c. Presenza di aggregati reattivi agli alcali: trattamento della superficie del calcestruzzo con INHIBITOR ASR, in modo da bloccare l'evoluzione della reazione alcali-aggregato.

SISTEMA PROTEZIONE G.A.

Principali Vantaggi

- Riduzione della velocità di carbonatazione nelle strutture;
- Riduzione dell'ingresso di cloruri;
- Riduzione / Eliminazione dell'ingresso di acqua attraverso il copriferro, scongiurando il pericolo di corrosione delle armature;
- Riduzione / Eliminazione di acqua per assorbimento con conseguente inibizione del fenomeno di degrado dovuto ai cicli di gelo-disgelo;
- Riduzione dell'ingresso di solfati e di agenti aggressivi in genere;
- Protezione da agenti molto aggressivi quali acidi o sostanze chimiche;
- Protezione delle armature;
- Aumento della resistenza all'abrasione e riduzione della permeabilità.

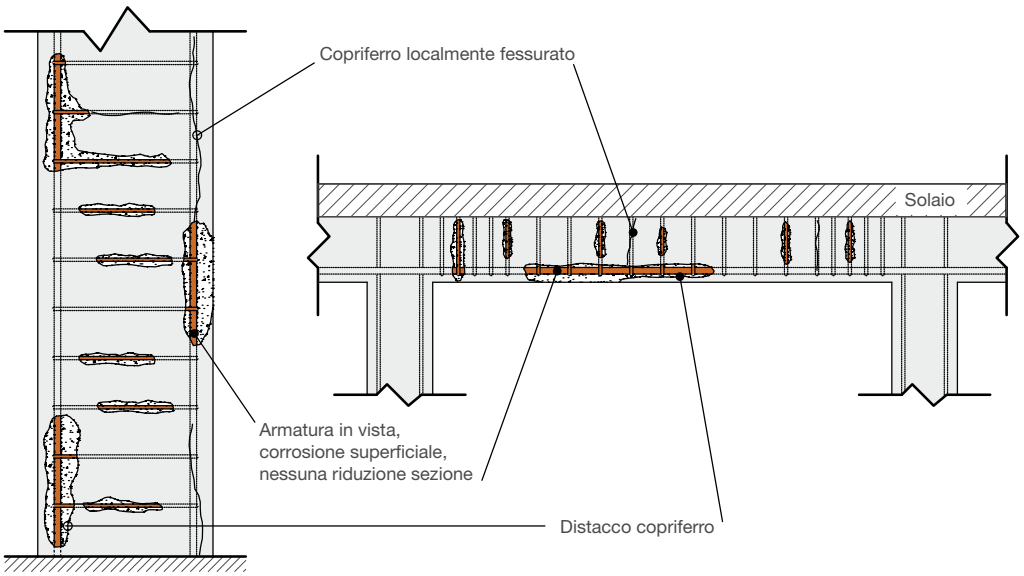
SISTEMA RIPRISTINO G.A.

Figura 19
Esempio di pilastro da sottoporre a Ripristino. Scarifica parziale del copriferro e armature integre.

Il **Sistema Ripristino G.A.** fornisce gli strumenti utili a ripristinare la resistenza di una struttura nei confronti di una o più forme di aggressione.

Nello specifico, parliamo di una struttura nella quale:

1. Vi sono evidenti segni di degrado del copriferro. Quest'ultimo si presenta distaccato in più punti o fessurato;
2. L'aggressione non ha colpito l'armatura, la quale non presenta riduzione della sezione resistente ma semplicemente una ossidazione superficiale;
3. Si esclude che le fessurazioni non abbiano cause di carattere statico;
4. In questo caso nasce l'esigenza di ripristinare il copriferro prima che il degrado comporti compromissioni di carattere strutturale.



Situazioni di degrado che impongono un intervento con il Sistema Ripristino G.A..

TECNOLOGIE

Le Tecnologie proprie del **Sistema Ripristino G.A.** sono:

- Passivanti (STRUCTURE PROTECT);
- Inibitori di corrosione (INHIBITOR SKIN C10);
- Malte non strutturali tixotropiche (Linea STRUCTURE);
- Malte rasanti, strutturali e non strutturali (Linea STRUCTURE PLAN);
- Paste cementizie per finiture (STRUCTURE FINISH).

Applicazioni Particolari

a. Ambienti aggressivi promotori di corrosione delle armature: si consiglia di proteggere le armature applicando sulla superficie del calcestruzzo l'inibitore di corrosione migratorio INHIBITOR SKIN C10;
b. Ambienti fortemente aggressivi, quali acque aggressive, sostanze acide, solfati, ecc… Si consiglia di valutare, a seconda del supporto e delle sostanze aggressive, l'applicazione di rivestimenti protettivi epossidici (linea EPOXY), polimerici (linea SKIN PROTECT) o anticorrosione (INHIBITOR PU);
c. Presenza di aggregati reattivi agli alcali: trattamento della superficie del calcestruzzo con INHIBITOR ASR, in modo da bloccare l'evoluzione della reazione alcali-aggregato.

PRODOTTI DI SUPPORTO

- Primer epossidici (Linea EPOXY PRIMER) ed arcrilici (GRAB W) per promuovere l'aderenza e stabilizzare supporti porosi;
- Prodotti per incollaggi, sigillature, ancoraggi ed iniezioni (Linee ANKOR e ADESIVE EPOXY, STRUCTURE FILL);
- Additivi speciali per migliorare le prestazioni in specifiche condizioni (Stagionante in massa GINIUS SRA 1), accelerante ACCEL N, ritardante RETARD G3;
- Fibre polipropileniche e in poliestere, di vetro o d'acciaio (Linea FIBERCOLL) per incrementare la duttilità delle strutture ripristinate;
- Agenti stagionanti (Linea CURING) specificamente studiati per garantire alle malte STRUCTURE l'adeguata stagionatura umida in tutte le condizioni climatiche;
- Prodotti Disarmanti (Linea DEMOULD) per ottenere una adeguata idratazione delle malte nella zona corticale e favorire nel contempo una fase di disarmo agevole e veloce;

Per un corretto impiego dei prodotti, fare riferimento alle relative Schede Tecniche e Schede di Sicurezza.

Principali Vantaggi

- Elevata adesione al substrato (Figura 20);
- Facile stesa sulle superfici verticali e sui soffitti;
- Ottima resistenza alla fessurazione per la presenza di fibre polimeriche;
- Elevata durabilità;
- Riduzione della permeabilità ai cloruri;
- Aumento della resistenza alla carbonatazione;
- Aumento della resistenza ai cicli di gelo - disgelo;
- Protezione delle barre di armatura.

Figura 20
Le malte della Linea STRUCTURE sono formulate per garantire una elevatissima adesione al supporto. In Figura si evidenzia la totale adesione allo strato preesistente, anche in presenza di elevati spessori di ripristino (Prova condotta secondo la UNI EN 1542).

SCHEMA GENERALE DI INTERVENTO

1. **Situazione iniziale di degrado.** Distacco e fessurazione del copriferro in più punti, armatura localmente a vista senza riduzione della sezione resistente. Calcestruzzo ammalorato solo superficialmente (copriferro).
2. **Preparazione del supporto**. Scarifica (manuale, meccanica o con idroscarifica, a seconda dei casi) del copriferro ammalorato. Irruvidimento della superficie in maniera da garantire una adeguata adesione del prodotto al supporto originario. Qualora in fase di diagnostica sia stata riscontrata la presenza di reazione Alcali-Aggregato, sarà opportuno trattare la superficie con INHIBITOR ASR, in modo da bloccare l'evoluzione della reazione.
3. **Pulizia e protezione delle armature metalliche**. Spazzolatura meccanica o sabbiatura delle armature portate a vista nella fase 2. Restituzione di un supporto metallico integro (superficie lucida), privo di ruggine o parti incoerenti. Applicazione del trattamento INHIBITOR SKIN C10 o STRUCTURE PROTECT secondo le indicazioni riportate nella Scheda Tecnica del Prodotto.
4. **Operazioni preliminari.** È fondamentale eseguire, dopo che INHIBITOR SKIN C10 sia completamente asciutto, la saturazione a rifiuto del supporto con acqua pulita di tutte le superfici da ripristinare, in modo da evitare l'assorbimento di parte dell'acqua della malta da parte del supporto e massimizzare l'adesione tra i due strati. A tale riguardo, si consiglia di valutare l'impiego preliminare di primer promotori di adesione e stabilizzatori di supporti porosi (Linea EPOXY PRIMER o Prodotto GRAB W).
5. **Ripristino del copriferro.** Ricostruzione volumetrica del copriferro con malta tixotropica o fluida, a seconda della tecnica di messa in opera, su supporto saturo a superficie asciutta. La scelta del tipo di malta più idonea ad ogni intervento è demandata al Progettista. Per interventi di Ripristino corticale di tipo Non Strutturale sono disponibili:
   · STRUCTURE MT2-P: Malta tixotropica Classe R2 polimero-modificata
   · STRUCTURE PLAN MT2-PB: Malta tixotropica per rasature fino a 20 mm di spessore
   · STRUCTURE PLAN MT2-P: Malta tixotropica per rasature fino a 5 mm di spessore
   Qualora il Progettista lo ritenga necessario, il Ripristino potrà essere eseguito con malte più prestazionali (Strutturali), di Classe R3 ed R4. A tale riguardo fare riferimento al Sistema Riparazione GA. Sarà opportuno prevedere una adeguata stagionatura umida dei ripristini realizzati. Allo scopo dovranno essere utilizzati i prodotti della linea CURING, perfettamente compatibili con le malte da Ripristino STRUCTURE. Nel caso di impiego di malte o betoncini (Figura 21) fluidi all'interno di casseri, dovranno essere impiegati disarmanti della Linea DEMOULD. Per stabilire i prodotti più idonei al proprio caso contattare il Servizio Tecnico di General Admixtures.
6. **Rasatura.** Impiego di malta rasante (Linea STRUCTURE PLAN) per la rasatura dell'intera superficie. Allo scopo sono disponibili sia malte strutturali (Classe R3 ed R4) che Non Strutturali (Classe R2). Scopo della lavorazione è quello di ottenere una superficie finale fine ed omogenea capace di ricevere ulteriori strati di finitura.
7. **Finitura.** Se si tratta di una superficie in calcestruzzo faccia a vista, applicazione della pasta tixotropica STRUCTURE FINISH, utile per la finitura, lisciatura e protezione delle superfici. In caso contrario, procedere con intonacatura e tinteggiatura.

Figura 21
Posa in opera del betoncino strutturale STRUCTURE BF4.

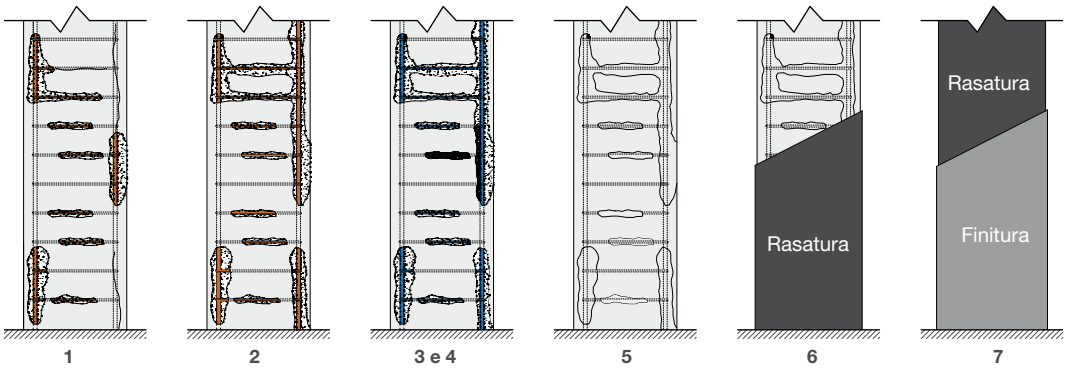


Figura 22
Le malte Tixotropiche della Linea STRUCTURE garantiscono estrema semplicità nella fase applicativa, soprattutto in condizioni difficili (pareti verticali o intradosso travi).
Nella foto la fase iniziale di una applicazione manuale della malta STRUCTURE MT2-P all'intradosso di una trave e della soletta di un viadotto.

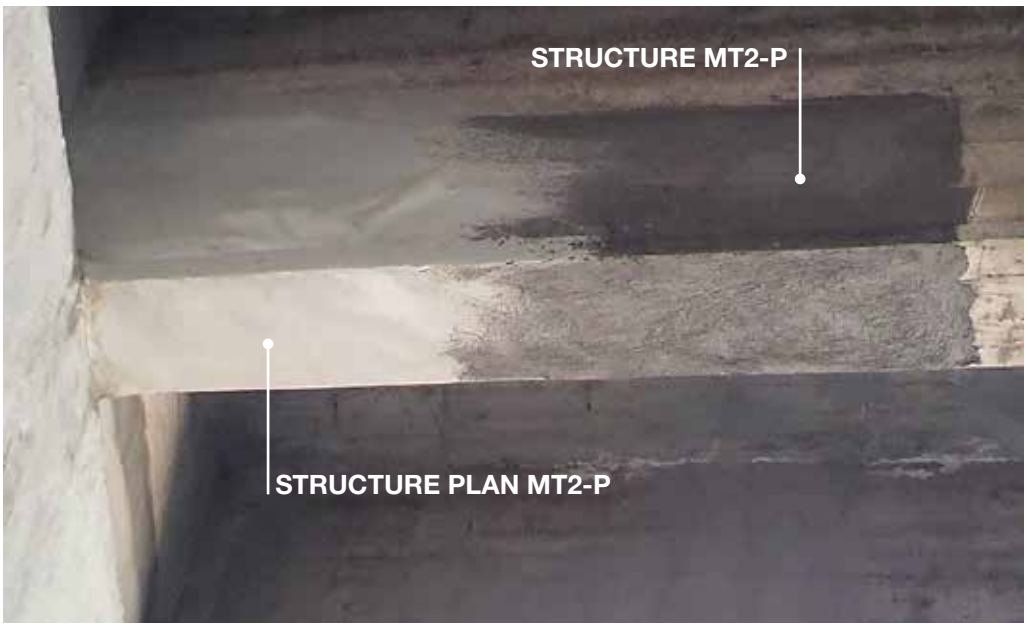


Figura 23
Ripristino strutturale di un viadotto in corrispondenza dell'appoggio di una trave mediante il Sistema Ripristino G.A.. In evidenza lo stato delle superfici dopo l'applicazione della malta tixotropica STRUCTURE MT2-P e della successiva rasatura con la malta tixotropica non strutturale STRUCTURE PLAN MT2-P.

SISTEMA RIPARAZIONE G.A.

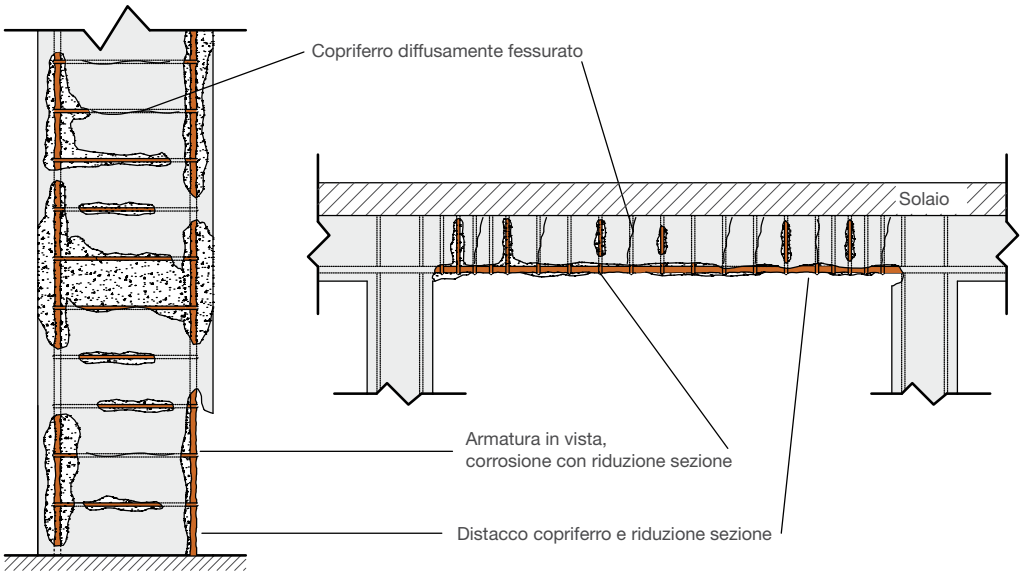
Figura 24
Setto in calcestruzzo armato da sottoporre a riparazione. Copriferro distaccato in maniera diffusa ed armature corrose con riduzione della sezione resistente.

Il **Sistema Riparazione G.A.** fornisce gli strumenti utili a ripristinare la resistenza di una struttura, sia da un punto di vista strutturale che di durabilità.

Nello specifico, parliamo di una struttura nella quale:

1. Vi sono evidenti segni di degrado del copriferro. Quest'ultimo si presenta notevolmente fessurato e distaccato in zone estese della struttura. Il calcestruzzo risulta ammalorato anche in profondità, con eventuale riduzione della sezione resistente del calcestruzzo.
2. L'aggressione ha colpito l'armatura, la quale presenta una riduzione più o meno sensibile della sua sezione resistente.

È evidente che si tratta di una condizione particolare dove certamente dovranno essere fatte considerazioni, da parte del Progettista dell'intervento, anche di carattere strutturale.



Situazioni di degrado che impongono un intervento con il Sistema Riparazione G.A.

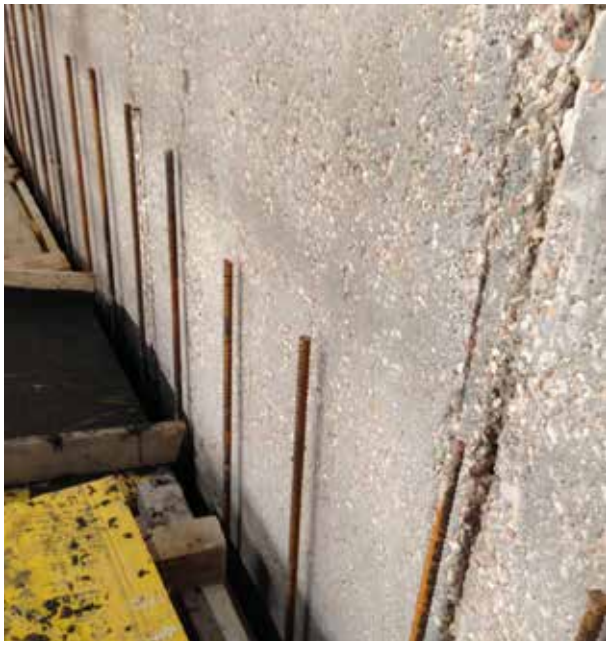
TECNOLOGIE

Le Tecnologie proprie del **Sistema Riparazione G.A.** sono:

- Passivanti (STRUCTURE PROTECT);
- Inibitori di corrosione (INHIBITOR SKIN C10);
- Ancoranti, a base cementizia (ANKOR MF4) ed epossidica (ANKOR EPO, ADESIVE EPOXY);
- Malte Strutturali Tixotropiche e Fluide (Linea STRUCTURE);
- Malte rasanti, Strutturali e Non Strutturali (Linea STRUCTURE PLAN);
- Paste cementizie per finiture (STRUCTURE FINISH);

Applicazioni Particolari

a) Ambienti aggressivi promotori di corrosione delle armature: si consiglia di proteggere le armature applicando sulla superficie del calcestruzzo l'inibitore di corrosione migratorio INHIBITOR SKIN C10.
b) Ambienti fortemente aggressivi, quali acque aggressive, sostanze acide, solfati, ecc… Si consiglia di valutare, a seconda del supporto e delle sostanze aggressive, l'applicazione di rivestimenti protettivi epossidici (linea EPOXY), polimerici (linea SKIN PROTECT) o anticorrosione (INHIBITOR PU).
c) Presenza di aggregati reattivi agli alcali: trattamento della superficie del calcestruzzo con INHIBITOR ASR, in modo da bloccare l'evoluzione della reazione alcali-aggregato.



PRODOTTI DI SUPPORTO

- Primer epossidici (Linea EPOXY PRIMER) ed arcrilici (GRAB W) per promuovere l'aderenza e stabilizzare supporti porosi;
- Prodotti per incollaggi, sigillature, ancoraggi ed iniezioni (Linee ANKOR e ADESIVE EPOXY, STRUCTURE FILL);
- Additivi speciali per migliorare le prestazioni in specifiche condizioni (Stagionante in massa GINIUS SRA 1), accelerante ACCEL N, ritardante RETARD G3;
- Fibre polipropileniche e in poliestere, di vetro o d'acciaio (Linea FIBERCOLL) per incrementare la duttilità delle strutture ripristinate;
- Agenti stagionanti (Linea CURING) specificamente studiati per garantire alle malte STRUCTURE l'adeguata stagionatura umida in tutte le condizioni climatiche;
- Prodotti Disarmanti (Linea DEMOULD) per ottenere una adeguata idratazione delle malte nella zona corticale e favorire nel contempo una fase di disarmo agevole e veloce.

Per un corretto impiego dei prodotti, fare riferimento alle relative Schede Tecniche e Schede di Sicurezza

Principali Vantaggi

Malte di Classe R3
- Polimero modificata per migliorare l'adesione al supporto;
- Basso modulo elastico;
- Resistente alle fessurazioni da ritiro plastico per la presenza di fibre polimeriche;
- Ridotta permeabilità alla penetrazione dell'acqua (Figura 25);
- Durabilità alla carbonatazione ed alle aggressioni da piogge acide;
- Ridotto coefficiente di diffusione dei cloruri.

Malte di classe R4
- Applicazione rapida;
- Elevate Resistenze a compressione (Figura 26a);
- Elevato modulo elastico;
- Ritiro compensato nel lungo periodo (Figura 26b);
- Ottima resistenza alla fessurazione, anche in fase plastica per la presenza di fibre;
- Limitata permeabilità all'acqua in pressione;
- Elevata resistenza all'azione di: Cloruri, Solfati, Carbonatazione, Attacco chimico, Cicli di gelo e disgelo

Figura 25
Le malte della Linea STRUCTURE garantiscono una ridotta permeabilità all'acqua e quindi elevate durabilità strutturali.

SCHEMA GENERALE DI INTERVENTO

Le voci che seguono sono indicative e del tutto generali. Ogni intervento di riparazione deve obbligatoriamente prevedere un progetto di intervento da parte di un Progettista, il quale dovrà elencare tutte le fasi di intervento.

1. **Situazione iniziale di degrado.** Notevole fessurazione del copriferro con distacco diffuso. Armatura a vista con riduzione della sezione resistente. Calcestruzzo ammalorato superficialmente (copriferro) ed in profondità, con eventuale riduzione della sezione resistente dell'elemento.
2. **Preparazione del supporto.** Dopo la eventuale messa in sicurezza dell'elemento, scarifica (manuale, meccanica o con idroscarifica, a seconda dei casi) del copriferro ammalorato e dell'eventuale calcestruzzo in profondità. Irruvidimento della superficie in maniera da garantire un'adeguata adesione del prodotto al supporto originario. Qualora in fase di diagnostica sia stata riscontrata la presenza di reazione Alcali-Aggregato, sarà opportuno trattare la superficie con INHIBITOR ASR, in modo da bloccare l'evoluzione della reazione.
3. **Eventuale integrazione delle armature metalliche.** Sulla base delle indicazioni progettuali varranno inserite le nuove armature che sostituiscono/integrano quelle esistenti. L'ancoraggio di tali armature sarà effettuato, a seconda del tipo e consistenza del supporto, con prodotti a base cementizia (ANKOR MF4) o a base epossidica (ANKOR EPO, ADESIVE EPOXY).
4. **Pulizia e protezione delle armature metalliche.** Spazzolatura meccanica o sabbiatura delle armature portate a vista nella fase 2. Restituzione di un supporto metallico integro (superficie lucida), privo di ruggine o parti incoerenti. Applicazione del trattamento protettivo passivante STRUCTURE PROTECT secondo le indicazioni riportate nella Scheda Tecnica di Prodotto, sia sulle armature vecchie che su quelle di integrazione (Punto 3).
5. **Operazioni preliminari.** È fondamentale eseguire, dopo che INHIBITOR SKIN C10 sia completamente asciutto, la saturazione a rifiuto del supporto con acqua pulita di tutte le superfici da ripristinare, in modo da evitare l'assorbimento di parte dell'acqua della malta da parte del supporto e massimizzare l'adesione tra i due strati. A tale riguardo, si consiglia di valutare l'impiego preliminare di primer promotori di adesione e stabilizzatori di supporti porosi (Linea EPOXY PRIMER o Prodotto GRAB W).

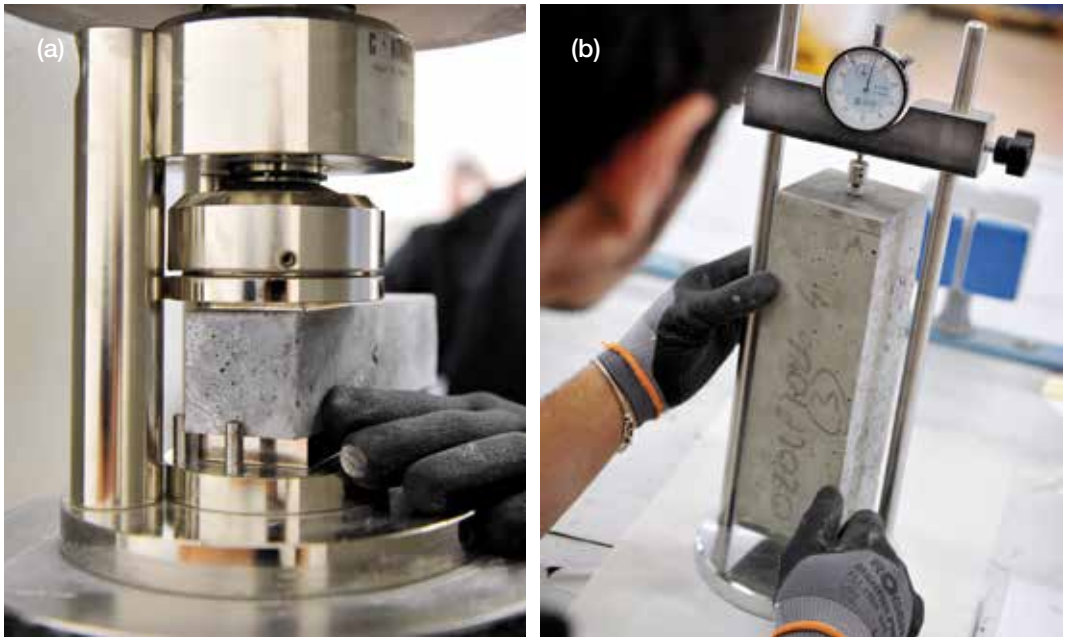


Figura 26
Le malte della Linea STRUCTURE garantiscono elevate resistenze meccaniche ed un ritiro compensato nel lungo periodo.

6. **Ricostruzione volumetrica delle sezioni.** Da eseguirsi mediante l'impiego di una delle malte strutturali della Linea STRUCTURE, di Classe R3 o R4 a seconda delle prescrizioni progettuali e della modalità di messa in opera. I seguenti prodotti fluidi risultano adeguati per getti di elementi piani oppure di elementi verticali all'interno di casseri:

- STRUCTURE MF4: Malta fluida a presa rapida Classe R4;
- STRUCTURE MF4-N: Malta fluida a presa normale Classe R4;
- STRUCTURE PAV MF4: Malta fluida Classe R4 specifica per pavimenti in calcestruzzo, a presa ed indurimento rapidi ed elevata stabilità volumetrica;
- STRUCTURE PAV MF4-S: Malta fluida Classe R4 specifica per pavimenti in calcestruzzo, a presa ed indurimento rapidi, ad elevata stabilità volumetrica, a base di aggregati quarziferi;
- STRUCTURE BF4: Betoncino fluido Classe R4 per interventi di ricostruzione con spessori superiori a 50 mm.

I seguenti prodotti tixotropici risultano invece adeguati nel caso di applicazioni a mano, con spatola o a spruzzo:

- STRUCTURE MT4: Malta tixotropica a presa rapida Classe R4;
- STRUCTURE MT4-ARS: Malta tixotropica a presa rapida Classe R4 ad alta resistenza ai solfati;
- STRUCTURE MT4-N: Malta tixotropica a presa normale Classe R4;
- STRUCTURE MT3: Malta tixotropica a presa rapida Classe R3;
- STRUCTURE MT3-N: Malta tixotropica a presa normale Classe R3.

Per stabilire i prodotti più idonei al proprio caso, consultare le Schede Tecniche di Prodotto e contattare il Servizio di Assistenza di General Admixtures.

Figura 27
Posa in opera di malta tixotropica della linea STRUCTURE nell'ambito del Sistema Riparazione GA

7. **Rasatura**. Impiego di malta rasante (Linea STRUCTURE PLAN) per la rasatura dell'intera superficie. Allo scopo sono disponibili sia malte strutturali (Classe R3 ed R4) che non Strutturali (Classe R2). Scopo della lavorazione è quello di ottenere una superficie finale fine ed omogenea capace di ricevere ulteriori strati di finitura.
8. **Finitura**. Se si tratta di una superficie in calcestruzzo faccia a vista, applicazione della pasta tixotropica STRUCTURE FINISH, utile per la finitura, lisciatura e protezione delle superfici. In caso contrario, procedere con intonacatura e tinteggiatura.

Figura 28 e 29
Fasi applicative di una malta rasante della Linea STRUCTURE PLAN.

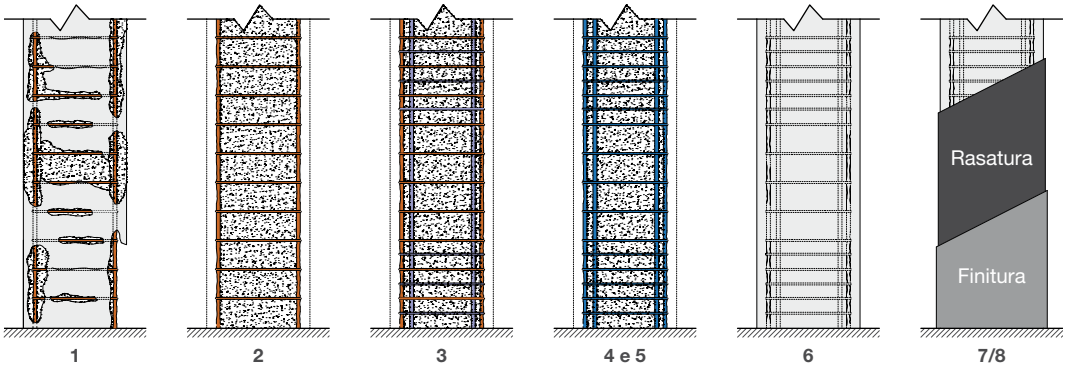


Figura 30
Alcune fasi dell'applicazione del Sistema Riparazione G.A.

(a) Integrazione delle armature e loro protezione

(b) Applicazione di STRUCTURE MT4. Il prodotto presenta uno spiccato comportamento tixotropico. Ne consegue una semplice e rapida applicazione su superfici verticali senza casseri.

(c) Rasatura superficiale con STRUCTURE PLAN MT3-P. Alla estrema semplicità di applicazione è abbinata una elevata qualità di finitura superficiale

CATALOGO PRODOTTI

MALTE E BETONCINI

Malte e betoncini destinati alla riparazione ed al consolidamento di strutture ed elementi in calcestruzzo

MALTE STRUTTURALI TIXOTROPICHE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia monocomponente con azione espansiva in aria, classe R4 secondo EN 1504-3, a presa rapida, per applicazioni con spessore da 10-50 mm.	STRUCTURE MT4	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg
Malta cementizia ad elevata resistenza ai solfati, monocomponente fibrorinforzata con azione espansiva in aria, classe R4 secondo EN 1504-3, a presa rapida, per applicazioni con spessore da 10 a 50 mm.	STRUCTURE MT4-ARS	Sacco da 25 kg su pallet da 1250 kg
Malta cementizia monocomponente fibrorinforzata con azione espansiva in aria, classe R4 secondo EN 1504-3, a presa normale, per applicazioni con spessore da 10 a 50 mm.	STRUCTURE MT4-N	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg
Malta cementizia monocomponente fibrorinforzata con azione espansiva in aria, classe R3 secondo EN 1504-3, a presa normale, per applicazioni con spessore da 10 a 50 mm.	STRUCTURE MT3	Sacco da 25 kg, su pallet da 1250÷1500 kg
Malta cementizia monocomponente fibrorinforzata con azione espansiva in aria, classe R3 secondo EN 1504-3, a presa normale, per applicazioni con spessore da 10 a 50 mm.	STRUCTURE MT3-N	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg

MALTE NON STRUTTURALI TIXOTROPICHE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia monocomponente polimero modificata, a basso modulo elastico, classe R2 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 3-40 mm.	STRUCTURE MT2-P	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg

MALTE STRUTTURALI FLUIDE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia monocomponente fibrorinforzata, colabile, a presa rapida, ad elevata stabiità volumetrica, classe R4 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 10-150 mm. Conforme anche alla EN 1504-6.	STRUCTURE MF4	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg
Malta cementizia monocomponente fibrorinforzata, colabile, a presa normale, ad elevata stabiità volumetrica, classe R4 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 10-150 mm. Conforme anche alla EN 1504-6.	STRUCTURE MF4-N	Sacco da 25 kg su pallet da 1250÷1500 kg

MALTE STRUTTURALI FLUIDE PER PAVIMENTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia monocomponente fluida ad elevata stabiità volumetrica a presa ed indurimento rapidi, classe R4 secondo EN 1504-3.	STRUCTURE PAV MF4	Sacco da 25 kg su pallet da 1250 kg
Malta cementizia monocomponente fluida ad elevata stabiità volumetrica a presa ed indurimento rapidi, classe R4 secondo EN 1504-3. A base di aggregati quarziferi.	STRUCTURE PAV MF4-S	Sacco da 25 kg su pallet da 1250 kg

BETONCINI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Betoncino reoplastico monocomponente colabile, per il ripristino di strutture in calcestruzzo, classe R4 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 50 a 100 mm.	STRUCTURE BF4	Sacco da 25 kg su pallet da 1500 kg
Betoncino reoplastico biocomponente colabile, per il ripristino di strutture in calcestruzzo, classe R4 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 50 a 100 mm.	STRUCTURE BF4-B	Sacco da 21 kg + 3 sacchi da 25 kg su pallet da 1248

MALTE RASANTI STRUTTURALI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia monocomponente espansiva all'aria, tixotropica, a rapida asciugatura, classe R4 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 1 a 40 mm.	STRUCTURE PLAN MT4	Sacchi da 25 kg su pallet da 1250 kg
Malta cementizia monocomponente polimero modificata, tixotropica, classe R3 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore fino a 3 mm.	STRUCTURE PLAN MT3-P	Sacco da 25 kg su pallet da 1500 kg

MALTE RASANTI NON STRUTTURALI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia bicomponente ad elevata durabilità, a basso modulo elastico, tixotropica, a rapida asciugatura, classe R2 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 4 a 20 mm.	STRUCTURE PLAN MT2-PB	Sacco da 25 kg + tanica da 6,5 kg su pallet
Malta cementizia monocomponente polimero modificata, tixotropica, classe R2 secondo EN 1504-3, per applicazioni con spessore da 1 a 5 mm.	STRUCTURE PLAN MT2-P	Sacco da 25 kg su pallet da 1250 kg

PASTE CEMENTIZIE PER FINITURE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Pasta tixotropica per la finitura, lisciatura e protezione di superfici in calcestruzzo faccia vista	STRUCTURE FINISH	Sacco da 25 kg

PASSIVANTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Malta cementizia passivante premiscelato, polimero modificato, monocomponente, per la protezione delle armature delle strutture in C.A..	STRUCTURE PROTECT	Secchio da 5 kg

ANCORAGGI

MALTE PER ANCORAGGI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Miscela cementizia fibrorinforzata ad azione espansiva. Miscelata con acqua, si ottiene una malta a colare per ancoraggi con spessore da 10-45mm.	ANKOR MF4	Sacchi da 25 kg

PRODOTTI SPECIALI

INIEZIONI CEMENTIZIE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Boiacca a base cementizia per iniezioni e consolidamenti di strutture in calcestruzzo.	STRUCTURE FILL	Sacco da 20 kg

LEGANTI SPECIALI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Legante a base cementizia per calcestruzzi e malte a ritiro compensato, a presa ed indurimento rapidi.	STRUCTURE FAST	Sacco da 25 kg
Legante espansivo indicato per il confezionamento di calcestruzzi a ritiro compensato e di boiacche espansive.	STRUCTURE FLOW	Sacco da 25 kg

ADDITIVI PER MALTE E BETONCINI

STAGIONANTI IN MASSA

Funzione	Prodotto	Confezioni
Aggiunto in massa alla malta premiscelata espansiva all'aria (MF4, MT4) favorisce il corretto sviluppo della fase espansiva durante il primissimo periodo di maturazione.	GINIUS SRA 1	Cisternette da 900 kg Fusti da 200 kg

ACCELERANTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Aggiunto in massa alla malta premiscelata, consente di ridurne i tempi di presa. Da utilizzare quando le temperature ambientali sono inferiori a 10°C.	ACCEL N	Cisternette da 1400 kg Fusti da 300 kg Taniche da 25 kg

RITARDANTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Aggiunto in massa alla malta premiscelata, consente di allungare il periodo di lavorabilità ed i tempi di presa. Da utilizzare quando le temperature ambientali sono maggiori a 20°C.	RETARD G3	Sfuso Cisternette da 1200 kg Fusti da 250 kg Taniche da 25 kg

RESINE EPOSSIDICHE

PER ANCORAGGI E PER RIPRESE DI GETTO

Funzione	Prodotto	Confezioni
Legante polimerico bicomponente liquido per uso strutturale a base epossidica.	ANKOR EPO	Latte da 4 kg Comp. A + 1 kg Comp. B
Resina epossidica bicomponente fluida per riprese di getto in calcestruzzo, ancoraggi ed incollaggi strutturali.	ADESIVE EPOXY	Latte da 4 kg Comp. A + 1 kg Comp. B

ADESIVI

POLIMERICI PER LA RIPARAZIONE E L'INCOLLAGGIO

Funzione	Prodotto	Confezioni
Resina epossidica tixotropica per incollaggi, sigillatura di fessure su pareti e soffitti, stuccatura di vespai e nidi di ghiaia di strutture in calcestruzzo.	ADESIVE EPOXY TIXO	Latte da 4 kg Comp. A + 1,5 kg Comp. B

SIGILLANTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Adesivo e sigillante a base poliuretanica, tixotropico e a basso modulo elastico, per applicazioni all'interno ed all'esterno.	SIGILFLEX PU-B	Cartucce da 300 ml o sacchetti da 600 ml (Unipack), in scatole da 20 pezzi
Adesivo e sigillante a base poliuretanica, tixotropico e a medio modulo elastico, per applicazioni all'interno ed all'esterno.	SIGILFLEX PU-M	Cartucce da 300 ml o sacchetti da 600 ml (Unipack), in scatole da 20 pezzi

PRIMER

EPOSSIDICI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Primer epossi-cementizio tri-componente a consistenza pastosa utilizzato come barriera al vapore e promotore di adesione per supporti di rivestimenti epossidici.	EPOXY PRIMER TC	Sacco da 15 kg + Latte da 4,25 kg Comp. A e 4,25 kg Comp. B
Primer epossidico, bicomponente, indicato per promuovere l'aderenza dei sistemi protettivi filmogeni poliuretanici o epossidici.	EPOXY PRIMER 300	Latte da 7 kg Comp. A e da 2 kg Comp. B
Primer epossidico bi-componente per trattamenti superficiali anticorrosione.	EPOXY PRIMER AR	Latte da 25 kg Comp.A e 5 kg Comp. B

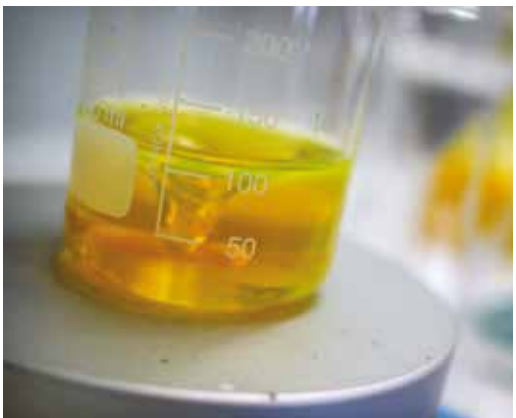
ACRILICI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Primer monocomponente, a base di resine acriliche in emulsione acquosa, indicato per promuovere l'aderenza e per la stabilizzazione dei supporti porosi.	GRAB W	Tanica da 20 litri

RIVESTIMENTI

A BASE EPOSSIDICA

Funzione	Prodotto	Confezioni
Rivestimento epossicementizio tricomponente fluido e autolivellante.	EPOXY FLUID TC	Vedi scheda tecnica
Resina a base epossidica per la protezione di superfici in calcestruzzo a contatto con acque aggressive.	EPOXY COAT	Latte da 4 kg Comp. A + 1,4 kg Comp. B
Resina a base epossi-poliuretanica priva di solvente per la protezione di superfici in calcestruzzo esposte anche in ambienti molto aggressivi.	EPOXY HD	Latte da 4,8 kg Comp. A + 0,8 kg Comp. B
Prodotto bicomponente epossi-poliamminico tixotropico studiato per rivestire serbatoi, vasche, in calcestruzzo o in metallo contenenti liquidi o prodotti alimentari.	EPOXY FD	Vedi scheda tecnica
Rivestimento epossidico all'acqua, bicomponente per pavimentazioni e pareti in cemento armato, con finitura liscia lucida.	EPOXY FILM	Latte da 20 kg Comp. A + 5 kg Comp. B
Fondo epossidico bicomponente per trattamenti superficiali anticorrosione e protezione antiacida.	EPOXY PROTECT	Latte da 5 kg Comp. A + 5 kg Comp. B



RIVESTIMENTI POLIMERICI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Rivestimento poliuretanico elastico in solvente, bicomponente, per la protezione delle strutture in c.a..	SKIN PROTECT PU	Latte da 12,8 kg Comp. A + 1,3 kg Comp. B
Sistema protettivo, monocomponente, rigido, a base di resina metacrilica in solvente per strutture in c.a. e metalliche dall'aggressione degli agenti ambientali e dei sali decongelanti.	SKIN PROTECT MA	Latte da 20 kg
Sistema protettivo, monocomponente, metacrilico a solvente, trasparente, per la idrofobizzazione e il consolidamento superficiale di strutture cementizie.	SKIN PROTECT MA-T	Latte da 23 kg
Rivestimento acrilico monocomponente elastico a base acquosa, per la protezione delle strutture in c.a. non a contatto permanente con acqua.	SKIN PROTECT ACR	Latta da 25 kg

RIVESTIMENTI ANTICORROSIONE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Inibitore di corrosione bi-componente a base poliuretanica per il trattamento anticorrosivo di lamiere e coperture nuove o degradate da ripristinare, strutture in acciaio e veicoli industriali.	INHIBITOR PU	Latte da 20 kg Comp. A + 10 kg Comp. B

PROTEZIONI SUPERFICIALI

CON AZIONE IMPREGNANTE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Impregnante silossanico a solvente, trasparente, per la protezione ed idrofobizzazione di superfici cementizie.	AQUAFOBIC S	Fusti da 200 kg taniche da 10 kg
Protettivo idrorepellente per trattamenti "faccia vista" di intonaci, calcestruzzi, materiali lapidei e laterizio.	AQUAFOBIC W	Tanica da 25 kg
Soluzione a base silossanica per prevenire la deturpazione del facciavista.	AQUAFOBIC	Cisternette da 1000 kg fusti da 200 kg

PER PAVIMENTI IN CALCESTRUZZO

Funzione	Prodotto	Confezioni
Applicazione superficiale litio protettiva e indurente per strutture in calcestruzzo.	FLOOR PROTECT 300	Cisternette da 1100 kg fusti da 220 kg
Applicazione superficiale pronta per l'uso, a base di silicati in soluzione acquosa, indicata per la protezione delle strutture in calcestruzzo.	FLOOR PROTECT 400	Cisternette da 1100 kg fusti da 220 kg

CON AZIONE MIGRATORIA CRISTALLIZZANTE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Applicazione superficiale protettiva antidegrado per strutture cementizie.	SKIN PROTECT 300	Cisternette da 1000 kg fusti da 200 kg

PER PREVENIRE LA REAZIONE ALCALI AGGREGATO

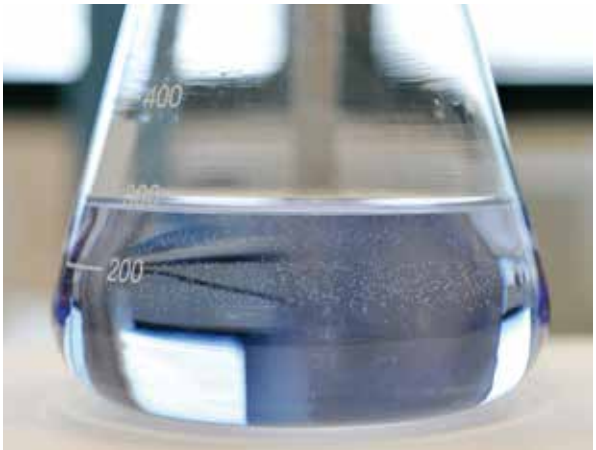
Funzione	Prodotto	Confezioni
Soluzione acquosa a base di litio per arrestare la reazione alcali-aggregato.	INHIBITOR ASR	Cisternette da 1000 l Fusti da 210 l Taniche da 20 l

MEMBRANE ELASTO-CEMENTIZIE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Membrana impermeabile a base cementizia, bicomponente ad alte prestazioni per la protezione e l'incremento di durabilità delle strutture.	SKIN FLEX	Sacco da 25 kg componente A (polvere) Tanica da 8,35 kg componente B (liquido)
Membrana impermeabilizzante monocomponente elasto-cementizia, microfibrata per la protezione delle strutture in C.A..	SKIN FLEX MONO	Sacco da 25 kg

INIBITORI DI CORROSIONE MIGRATORI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Inibitore di corrosione migratorio a protezione dell'interfaccia ferro-calcestruzzo delle strutture degradate.	INHIBITOR SKIN C 10	Cisternette da 1000 kg Fusti da 210 kg Taniche da 20 kg



FIBRE

Fibre per conglomerati cementizi da aggiungere alle malte e ai betoncini della linea Structure per incrementare la duttilità del materiale e per contenere la propagazione delle fessure da ritiro o da fenomeni termici

POLIPROPILENICHE

Funzione	Prodotto	Confezioni
Fibra polimerica per il controllo delle fessure ed il rinforzo del calcestruzzo.	FIBERCOLL FLEX	Sacchetti da 3 kg su pallet da 450 kg
Fibra in poliestere per il controllo delle fessure ed il rinforzo del calcestruzzo.	FIBERCOLL FLAT	Sacchetti da 5 kg su pallet da 300 kg

ACCIAIO

Funzione	Prodotto	Confezioni
Fibra sagomata in acciaio per il rinforzo strutturale del calcestruzzo o per il ripristino di manufatti degradati.	FIBERCOLL M13	Scatole di cartone da 25 kg su pallet da 500 kg

VETRO

Funzione	Prodotto	Confezioni
Fibra di vetro per conglomerati cementizi di diversa consistenza, vibro compressi, pastosi o fluidi.	FIBERCOLL GL	Sacchi da 20 kg su pallet da 600 kg

STAGIONANTI

Applicazioni superficiali per favorire la corretta maturazione umida dei conglomerati cementizi subito dopo la loro messa in opera. Questi prodotti mantengono l'acqua all'interno del conglomerato impedendone l'evaporazione e favorendo la corretta idratazione del cemento.

CURING COMPOUNDS

Funzione	Prodotto	Confezioni
Agente stagionante per calcestruzzo. Forma una pellicola superficiale microcristallina e indurente che trattiene l'umidità.	CURING S	Cisternette da 1100 kg Fusti da 220 kg
Agente stagionante per la conservazione dell'umidità superficiale del calcestruzzo.	CURING WF	Cisternette da 1000 l Fusti da 200 l

DISARMANTI

Funzione	Prodotto	Confezioni
Disarmante universale pronto per l'uso per strutture in calcestruzzo.	DEMOULD SP	Cisternette da 900 kg Fusti da 180 kg Taniche da 20 kg
Disarmante pronto per l'uso a base acquosa per strutture in calcestruzzo facciavista, particolarmente indicato per casseri in compensato multistrato.	DEMOULD PRIMIUM	Cisternette da 1000 kg Fusti da 200 kg Taniche da 20 kg

LA NOSTRA MISSIONE

FORNIRE TECNOLOGIA E VALORE ALL'INDUSTRIA DELLE COSTRUZIONI, ATTRAVERSO L'INNOVAZIONE ED UN APPROCCIO DI SISTEMA.

INNOVAZIONE

Puntare sulla qualità e innovazione dei propri prodotti, tecnologie e servizi per distinguersi e consolidare la propria immagine.

Garantire attraverso comportamenti consapevoli la sostenibilità ambientale dei propri prodotti.

SISTEMA

Comprendere e soddisfare le esigenze del cliente attraverso l'ottimizzazione dei propri processi elevando così il livello di competitività ed espandendo le opportunità.

Adottare la cultura della prevenzione riducendo qualunque forma di rischio riferita alla qualità del prodotto o dell'inquinamento dell'ambiente.

Created by: Marketing - General Admixtures S.p.A. | **Graphic design:** Paolo Celotto | **Photo:** Archivio General Admixtures S.p.A.

REV.03 22.04.2020

GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA SOCIO
GENERAL ADMIXTURES SPA
MEMBER OF GREEN BUILDING COUNCIL ITALIA

G.A Inside

Azienda certificata per la Gestione dei Sistemi Qualità e Ambiente conformi alle norme UNI EN ISO 9001 e 14001

Certified company for Quality and Environmental System Management according to standards UNI EN ISO 9001 and 14001

G.A GENERAL ADMIXTURES

General Admixtures S.p.A.
Via delle Industrie n. 14/16
31050 Ponzano Veneto (TV) | ITALY
T. + 39 0422 966911 | info@gageneral.com
www.gageneral.com | www.antebiago.it