

LA NUOVA FILOSOFIA NEL RESTAURO DELLE OPERE IN C.A. DEGRADATE

Roberto Troli, Direttore Tecnico ENCO srl

INTRODUZIONE

Il progressivo degrado e invecchiamento delle strutture e infrastrutture in cemento armato costruite, per lo più, nella seconda metà del secolo scorso, utilizzando materiali e tecniche rivelatesi, molto spesso, inadeguate a resistere alle azioni aggressive prodotte dall'ambiente, ha fatto sì che negli ultimi 25 - 30 anni la spesa in Europa e negli Stati Uniti per gli interventi di restauro e manutenzione sia andata progressivamente crescendo fino a raggiungere, verso la fine del secolo scorso, circa il 50% della spesa complessiva nel settore delle costruzioni [1].

La rapida crescita del settore ha determinato una vera e propria esplosione del mercato delle malte e dei materiali in genere da restauro il quale è stato letteralmente inondato da una miriade di nuovi prodotti e sistemi nati in un clima di vera e propria *deregulation* legata all'assenza, nel panorama nazionale e continentale, di norme che stabilissero sia le prestazioni necessarie per i vari tipi di prodotti da restauro che le procedure standard per la loro valutazione.

Questa assenza di regole, cui solo oggi si sta cercando di porre rimedio in ambito europeo con l'introduzione della serie di norme UNI EN 1504 *"Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo"* ha favorito la comparsa sul mercato di malte con caratteristiche non idonee al restauro delle opere in c.a. o, comunque, il consolidamento nel tempo di "tendenze" e false convinzioni circa le caratteristiche che queste dovrebbero avere.

La **linea GALILEO** nasce con la volontà di superare questi errori che in passato hanno costituito la probabile causa di una serie fallimentare di interventi di ripristino, tenendo conto sia dei più recenti sviluppi nel panorama normativo circa l'analisi del degrado e del conseguente "grado di durabilità" delle opere in conglomerato cementizio armato, sia dei nuovi strumenti messi a disposizione dal progresso della ricerca nel settore degli additivi e prodotti speciali per sistemi cementizi.

LE MALTE DA RESTAURO

Le malte "speciali" per il restauro delle opere in conglomerato cementizio nascono e si sviluppano verso la metà degli anni '70 con due caratteristiche peculiari e comuni:

1. sono sistemi "a ritiro compensato";
2. sono caratterizzati da prestazioni meccaniche molto elevate, di gran lunga superiori a quelle proprie dei conglomerati di cui sono fatte le opere su cui vengono applicate.

La prima caratteristica viene introdotta per fronteggiare il problema delle fessure e dei distacchi che vengono a crearsi se si utilizza una malta cementizia ordinaria a causa del diverso ritiro igrometrico fra questa e il vecchio substrato in calcestruzzo (Fig. 1). L'intento è quello di produrre una espansione iniziale nella malta da ripristino, mediante l'adozione di un agente espansivo chimico (in genere ossido di calcio), la quale, ben "imbrigliata" attraverso vincoli presenti e aggiuntivi, viene trasformata in una benefica coazione di compressione nella malta stessa da spendere successivamente per compensare le trazioni prodotte dal ritiro impedito ed eliminare le conseguenti fessurazioni.

La seconda caratteristica delle malte da ripristino (elevate prestazioni meccaniche) nasce dalla constatazione che il precoce degrado delle opere in c.a. costruite nel secolo scorso è legato principalmente alla scarsa resistenza meccanica e, conseguentemente, all'elevata permeabilità agli agenti aggressivi liquidi e gassosi presenti nell'ambiente, del calcestruzzo messo in opera. Per questo motivo, si intende sostituire, ove possibile, il conglomerato scadente e permeabile con materiali caratterizzati da prestazioni meccaniche, e quindi, da un livello di impermeabilità tali da garantire, almeno potenzialmente, una lunga durata all'intervento di ripristino.

Questa giusta esigenza è stata, però, in passato mal interpretata dai vari produttori di malte da ripristino i quali hanno instaurato una sorta gara prestazionale fra i vari prodotti che via via venivano immessi sul mercato, e hanno, in un certo senso, alimentato la convinzione generale che la qualità di una malta da ripristino sia direttamente proporzionale alla sua prestazione meccanica. Si è arrivati, pertanto, ad avere sul mercato malte da restauro in grado di fornire 80-100 MPa a 28 giorni, assolutamente esorbitanti per la maggior parte delle applicazioni cui queste malte sono destinate.

All'aumento delle resistenze meccaniche delle malte da restauro, purtroppo, fa seguito un aumento del modulo elastico di queste con due conseguenti inconvenienti: da un lato la differente rigidità tra malte da restauro e substrato in calcestruzzo determina un differente comportamento "dinamico" dei due materiali soprattutto in quelle strutture (come i ponti di grande luce o negli edifici in zona sismica) soggette a intense sollecitazioni di questo tipo; d'altro canto, un maggiore modulo elastico comporta un intensificarsi delle sollecitazioni di trazione che si producono nella malta a parità di contrazioni da ritiro impedito. Le conseguenze di questi due inconvenienti sono, ovviamente, la nascita di fessurazioni e distacchi tra le zone oggetto di ripristino e il substrato.

Si tenga presente, inoltre, che la volontà di raggiungere resistenze meccaniche sempre più elevate ha comportato la necessità di adottare dosaggi di legante altrettanto elevati con la conseguenza di aumentare quelle deformazioni da ritiro igrometrico (che come è noto sono insite nella frazione legante e non in quella inerte dei sistemi cementizi) che per altro verso si cerca di attenuare mediante l'adozione di agenti espansivi.

Infine, l'adozione di elevati dosaggi di legante ha finito per rendere paradossalmente più vulnerabili queste malte all'azione di agenti degradanti come i solfati e alcuni sali disgelanti che aggrediscono soprattutto la matrice cementizia.

Un altro aspetto che non è stato tenuto in debito conto in passato è la differenza tra le condizioni di maturazione delle malte da ripristino in cantiere e quelle ideali utilizzate in laboratorio ai fini di valutare la capacità espansiva di questi prodotti.

Perché la reazione espansiva abbia luogo, infatti, è necessaria la presenza di acqua la quale entra nella reazione chimica dell'agente espansivo. Nelle prove di laboratorio, condotte secondo le irrealistiche condizioni stabilite dalla norma UNI 8147, l'apporto d'acqua è garantito immergendo letteralmente i provini su cui viene valutata l'espansione in vasche d'acqua per tutta la durata della prova. Queste condizioni non hanno nulla a che vedere con le reali condizioni di cantiere nelle quali, invece, difficilmente gli interventi di restauro vengono sottoposti alla necessaria stagionatura umida per almeno 7 giorni. Ne consegue che l'espansione effettiva in cantiere è quasi sempre di gran lunga inferiore a quella ottenuta in laboratorio e le malte da ripristino tendono così a comportarsi, ai fini del ritiro, come normali malte cementizie ricche di legante.

LE MALTE DELLA LINEA GALILEO

Le malte della linea GALILEO sono state messe a punto nell'ottica di eliminare gli errori sopra evidenziati.

Innanzitutto non esiste una sola malta "buona per tutte le occasioni" ma esistono malte diverse a seconda dell'ambiente cui si trova esposta la struttura da riparare. Questo ha consentito di "calibrare" le prestazioni meccaniche delle varie malte da ripristino sulla base delle indicazioni fornite dalla norma UNI 206/1 in funzione della classe di esposizione ambientale evitando inutili eccessi e le conseguenze sopra descritte. La linea GALILEO, pertanto, prevede quattro diversi tipi di malta da restauro così denominati

- GALILEO XC: per il restauro delle opere esposte al degrado per carbonatazione;
- GALILEO XS: per il restauro delle opere esposte ad ambiente marino o industriale con presenza di cloruri;

- GALILEO XF: per il restauro delle opere esposte ai cicli di gelo disgelo ed ai sali disgelanti;
- GALILEO XA: per il restauro delle opere esposte ad acque o terreni aggressivi per la presenza di sali solcatici, ammoniacali e magnesiaci.

Tutti e quattro i diversi tipi di malta esistono nelle due versioni Tixotropica (per applicazione a mano o a spruzzo su superfici verticali o sopra-testa) e Colabile (per applicazioni entro-cassero o per livellamento di superfici orizzontali).

Le varie malte della linea GALILEO rispettano i requisiti minimi di resistenza meccanica a compressione e rapporto acqua-cemento imposte dalla norma UNI EN 206/2001 e adottano ulteriori accorgimenti tesi a migliorare la durabilità nell'ambiente di esposizione specifico cui sono destinate. In particolare, le malte tipo XS utilizzano un legante speciale particolarmente resistente alla penetrazione dei cloruri; le malte tipo XA adottano un legante particolarmente resistente ai solfati e, infine, le malte tipo XF, oltre ad adottare un legante resistente all'azione degradante dei sali disgelanti, inglobano un contenuto d'aria in forma di micro-bolle atto a garantire la resistenza ai cicli di gelo-disgelo (ai sensi della UNI EN 206/2001).

Una ulteriore peculiarità che contraddistingue le malte della linea GALILEO nel panorama dei prodotti da ripristino è il fatto che il comportamento espansivo di queste malte non è legato

all'umidità dell'ambiente in cui si trovano. Per questo motivo, a differenza delle malte "antiritiro" tradizionali, le malte della linea GALILEO sono in grado di espandere anche in assenza di una particolare stagionatura umida (Fig. 3).

Le malte della linea GALILEO, pertanto, rappresentano una assoluta novità nel panorama dei materiali da ripristino e si pongono come artefici di una nuova "filosofia" nel restauro delle opere in conglomerato cementizio.