Le sponde dei Navigli

Antonio Migliacci, Paola Ronca, Pietro Crespi, Giovanni Franchi (Dipartimento di Ingegneria Strutturale della Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Milano) e Fulvio Bianchi (Mapei SpA) sono gli autori della relazione "Indagine per interventi conservativi di messa in sicurezza statica dei muri spondali dei Navigli di Milano" da cui è stato tratto questo articolo.

Qui a lato, un'immagine al termine dei lavori. L'intervento conservativo effettuato sui muri spondali, rispondendo alle rigorose richieste della Soprintendenza, non ha comportato sostanziali alterazioni estetiche del paramento murario rispetto all'esistente, pur impiegando prodotti tecnologicamente avanzati.

Sotto e nella pagina a fianco, alcune immagini nel corso dei lavori.

Le indagini per gli interventi conservativi di messa in sicurezza statica dei muri spondali dei Navigli di Milano (curate dagli autori di questo articolo – n.d.r.) sono partite dalla considerazione dell'importanza storico-culturale della salvaguardia di ciò che oggi rimane della rete dei Navigli all'interno della cerchia comunale di Milano. Si sono quindi sviluppate con una serie di prove coordinate e calibrate effettuate in un "cantiere pilota" in grado di definire le metodologie diagnostiche più idonee a fornire i dati geometrico-materici delle sponde, la cui parte originaria è prevalentemente non visibile e protetta da vincolo storico-architettonico. Decenni di abbandono e incuria hanno enfatizzato i problemi della sicurezza statica delle strutture dei Navigli, al punto che la Regione Lombardia ha promosso un "Master Plan Navigli" per organizzare e attivare le operazioni di risanamento della rete idrica ancora presente. Particolare interesse ha suscitato il problema della messa in sicurezza statica dei muri spondali, che sempre più frequentemente danno segni di cedimento. Si è cercato così di individuare, attraverso la calibrazione delle prove in situ e i risultati di laboratorio, quali, fra le tecniche non distruttive, fossero le più affidabili, in quelle precise condizioni ambientali, nel fornire i dati geometrici e di consistenza materica delle sponde, che, per il loro valore storico, sono sotto la tutela della Sovrintendenza per i Beni Architettonici. Inoltre la procedura seguita nel "cantiere pilota" e la scelta delle modalità applicative e interpretative delle prove, in particolare quelle soniche, ha permesso di iniziare la stesura di "Linee Guida" per definire le tecniche di intervento (come le micropalificazioni, le iniezione di malte opportune, le tirantature verticali o orizzontali) più appropriate nei vari tratti in cui si differenziano, per tipologia costruttiva e patologia, i muri spondali dei Navigli.

Le prove effettuate e l'intervento di Mapei

Approfittando dell'annuale asciutta primaverile dei Navigli, è stato aperto un "cantiere-pilota" sul tratto del Naviglio Grande, in prossimità della

Darsena, dove sono state eseguite una serie di prove:
- l'analisi storico-archivistica che ha individuato le varie tecniche costruttive che sono state adottate per realizzare le murature, sia nel tratto del cantiere-pilota, sia nelle altre zone dei Navigli;
- un sopralluogo visivo che ha avuto lo scopo di individuare i diversi tipi di materiali lapidei utilizzati nella costruzione delle sponde e di verificare il loro stato di conservazione, nonché i fenomeni di degrado e di precarietà statica connessi;
- una serie di trincee e pozzetti d'ispezione per poter constatare, anche se solo puntualmente, la reale geometria e consistenza materica del muro;
- carotaggi orizzontali nelle murature per definire lo spessore del muro;
- l'endoscopia, necessaria per osservare direttamente i fori di sondaggio eseguiti nelle murature e poter così ricostruire la reale stratigrafia del muro di sponda;
- sondaggi verticali e inclinati per la caratterizzazione del terreno;
- prove penetrometriche dinamiche per la caratterizzazione del terreno;
- indagini georadar che hanno definito lo spessore e la geometria del muro di sponda;
- indagini soniche necessarie per definire lo spessore, la geometria e le proprietà meccaniche del muro di sponda;
- prelievo di malta e di mattoni per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche utili nella scelta delle opportune malte per il consolidamento conservativo.

Le indagini georadar e soniche sono state programmate, perché, allo stato attuale delle conoscenze, sembrano rappresentare le due prove non distruttive, per le strutture in muratura che riescono a fornire i risultati più attendibili. Avvalendosi dei riscontri sperimentali forniti dalle altre indagini del cantiere-pilota, queste metodologie possono essere calibrate e tarate per fornire i dati geometrici e di consistenza materica necessari, evitando, in un progetto integrato, indagini invasive, difficilmente proponibili in un intervento su vasta scala.

La numerosità delle prove elencate e i diversi gruppi operativi coinvolti hanno prodotto una quantità notevole e significativa di dati, alcuni particolarmente significativi.

Le analisi effettuate nei laboratori Mapei di Milano su diversi campioni di materiali prelevati in sito, hanno evidenziato i seguenti risultati: la malta risulta preparata con una miscela di inerti fini (sabbia), prevalentemente silicatici. E' stato possibile ipotizzare che la malta, in generale, presenti dissoluzione della frazione legante per la circolazione dell'acqua e che l'originaria struttura della malta sia solo parzialmente preservata. Altro dato rilevato è stata l'elevata porosità sia della malta sia dei mattoni. La micrografia ha evidenziato diffuse microporosità che giustificano l'elevato assorbimento d'acqua da parte del mattone. Evidenti anche gli spazi intergranulari della malta, che testimoniano un dilavamento pressoché totale della frazione legante.

Si è rilevato anche un ingente assorbimento d'acqua e una trascurabile presenza di sali solubili e quindi un forte processo di dilavamento; per finire, la presenza di mattoni in buono stato di conservazione e con resistenze meccaniche medio-alte.

All'interno del cantiere-pilota sono stati testati e utilizzati una serie di prodotti Mapei. Nelle zone spondali discretamente integre, il ripristino superficiale è stato effettuato grazie all'applicazione della malta cementizia MAPEGROUT T60*. Dove le sponde presentavano zone con distacchi di materiale diffuso si è preferito intervenire iniettando malte a base di calce idraulica a ritiro compensato realizzate con STABILCEM*.

Le malte degradate dei muri sono state rigenerate attraverso l'esecuzione di fori in cui è stata iniettata la malta premiscelata MAPE-ANTIQUE I*, ideale per risanare murature deteriorate dall'umidità di risalita capillare. Infine, per effettuare la stilatura dei giunti tra i mattoni è stato utilizzato un intonaco deumidificante, realizzato con il legante MAPE-ANTIQUE LC* miscelato con appositi aggregati locali.

**I prodotti citati in questo articolo appartengono alla linea "Prodotti per edilizia" Le relative schede tecniche sono contenute nel CD "Mapei Global Infonet" e nel sito internet www.mapei.com.*

Mape-Antique I: *legante idraulico fillerizzato esente da cemento per il consolidamento, mediante iniezione, di strutture in pietra, mattoni e tufo.*

Mape-Antique LC: *legante, privo di cemento, per malte chiare deumidificanti di edifici storici.*

Mape-Antique MC: *malta premiscelata deumidificante di colore chiaro, esente da cemento, per il risanamento delle murature umide in pietra, mattone e tufo.*

Mapegrout T60: *malta tissotropica fibrorinforzata resistente ai solfati per il risanamento del calcestruzzo.*

Stabilcem: *legante cementizio espansivo superfluido per ottenere boiacche da iniezione, malte, betoncini e calcetruzzo.*

SCHEDA TECNICA

Sponde del Naviglio Grande a Milano - Cantiere-pilota sul tratto in prossimità della Darsena
Intervento: messa in sicurezza statica dei muri spondali - esecuzione di una serie di prove e indagini per la definizione delle metodologie da adottare
Anno di intervento: 2003-2004
Committente: Regione Lombardia
Prodotti Mapei: MAPE-ANTIQUE I, MAPE-ANTIQUE LC, MAPE-ANTIQUE MC, MAPEGROUT T60, STABILCEM
Coordinamento Mapei: Fulvio Bianchi