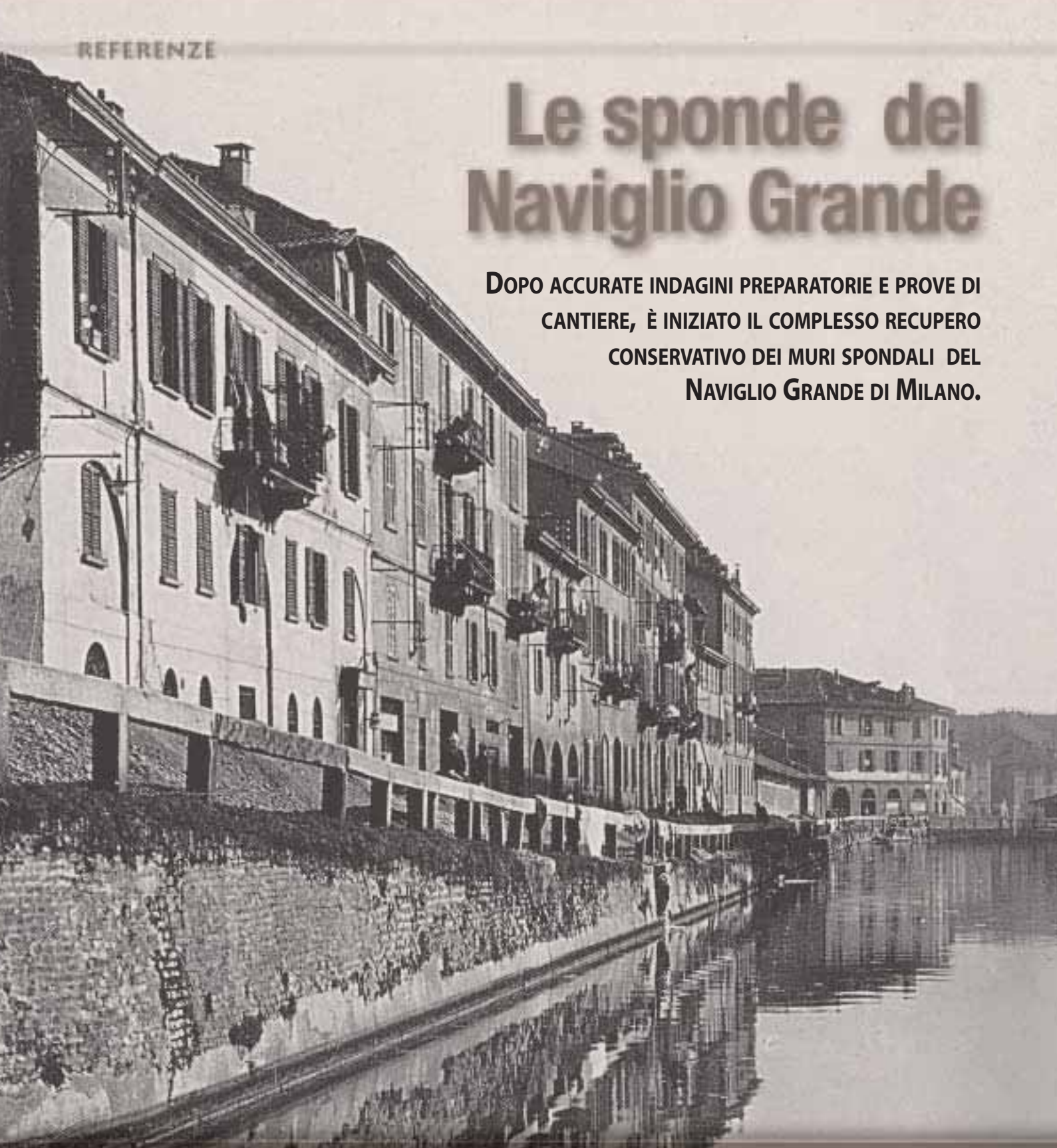
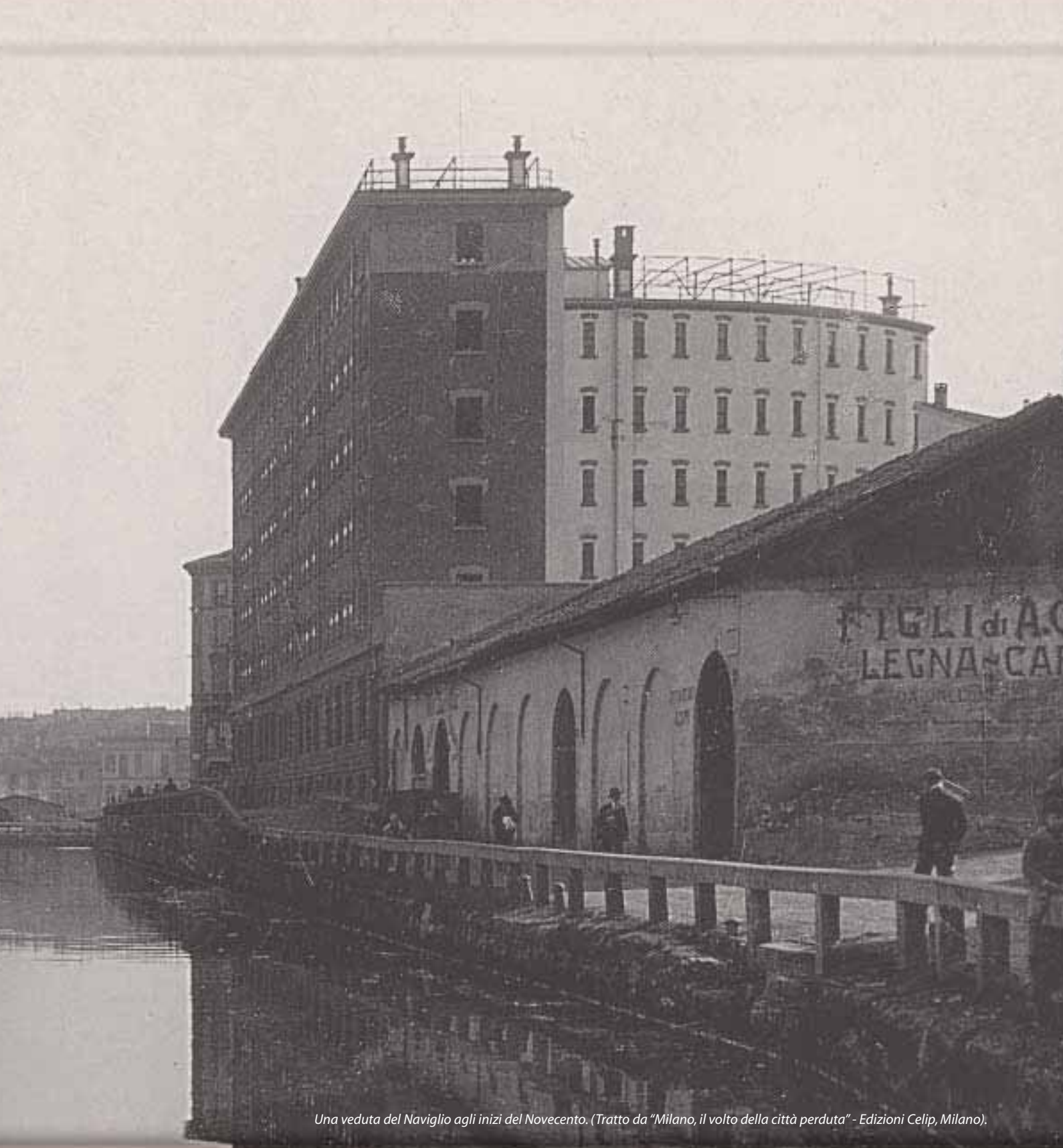
Le sponde del Naviglio Grande

Dopo accurate indagini preparatorie e prove di cantiere, è iniziato il complesso recupero conservativo dei muri spondali del Naviglio Grande di Milano.



L'origine dei Navigli milanesi risale al 1151, quando iniziò la costruzione del primo tratto del Naviglio Grande, seguito nel 1400 dal Naviglio della Martesana, che collega le acque del Ticino con quelle dell'Adda, dal Naviglio di Pavia, iniziato nel 1300 ma ultimato sotto il governo austriaco, dal Naviglio di Bereguardo e da quello di Paderno. La rete dei Navigli, che ancora oggi si snoda a Milano e nella pianura che la circonda, si presenta come un geniale sistema di canali (con un'estensione di oltre 250 km) che fino ai primi decenni del '900 rappresentava un importante elemento di sviluppo economico sia per l'irrigazione delle campagne che per il trasporto delle merci.
Negli anni tra il 1940 e il 1960 gran parte dei canali all'interno delle cerchia milanese fu interrato e quello che oggi rimane a cielo aperto è sotto il vincolo storico-ambientale. Purtroppo le opere strutturali che caratterizzano ancora oggi i Navigli - le chiuse, le conche, le passerelle e i muri spondali - sono state lasciate per decenni in uno stato di incuria e degrado, a causa anche dell'abbandono della navigazione lungo i canali.
Le strutture che hanno risentito maggiormente di questo stato di fatto sono stati proprio i muri di sponda, la cui manutenzione veniva effettuata senza sistematicità già nell'Ottocento, quando i pochi e frammentari interventi di manutenzione ordinaria si riducevano solamente alla sistemazione della loro parte superficiale.



Una veduta del Naviglio agli inizi del Novecento. (Tratto da "Milano, il volto della città perduta" - Edizioni Celip, Milano).

L'idea del Master Plan

L'urbanizzazione più intensa, il traffico automobilistico particolarmente pesante e quello tranviaro sulle alzaie, gli scavi continui per il rinterro di sottoservizi, sono state durante gli anni tra le cause che hanno minato la stabilità dei muri spondali dei Navigli, soprattutto del Naviglio Grande. Infatti le strutture di quest'ultimo sono più antiche rispetto agli altri Navigli. Il degrado causato dalla mancanza di materiale e i vistosi fuoripiombo risultavano particolarmente diffusi e coinvolgevano le diverse tipologie dei muri realizzati durante varie epoche.

Il rilievo delle zone realmente danneggiate, quelle più soggette alle maggiori spinte del terreno, risultava difficile perché queste parti sono spesso "nascoste" da interventi successivi nel tempo. Alcuni anni fa la Regione Lombardia si rese conto della necessità e dell'urgenza di effettuare interventi integrati per la messa in sicurezza statica, con tecniche di consolidamento rispettose della storicità dei manufatti. Per questo è stato promosso un Master Plan dei Navigli Lombardi (frutto di una convenzione fra Regione Lombardia e Politecnico di Milano e gestito dalla Società Navigli Lombardi s.c.a.r.l.) che rappresenta la cornice di riflessione di tutto l'insieme di competenze pluridisciplinari, finalizzato a individuare gli interventi prioritari concreti da adottare per il risanamento dell'intero sistema Navigli a partire proprio dal recupero delle sponde.

Al restauro conservativo delle sponde dei Navigli di Milano abbiamo già dedicato un articolo nel n. 66-settembre 2004 di Realtà Mapei, dove veniva presentato il cantiere-pilota aperto nella primavera del 2004. Nell'articolo venivano dettagliatamente descritte le analisi e le prove effettuate in laboratorio e sul manufatto, nonché i prodotti testati per l'intervento. Riprendiamo in queste pagine l'argomento per descrivere le successive fasi dei lavori, che hanno visto, nell'autunno del 2005, l'apertura di un campo-prova e, nel 2006, l'esecuzione dell'intervento di risanamento su un primo tratto dei muri spondali del Naviglio Grande.

2004: il cantiere-pilota

Nel 2004 sono partite le indagini effettuate sui muri spondali dei Navigli, proseguite poi con una serie di prove coordinate e calibrate effettuate in un "cantiere pilota" aperto su un tratto del Naviglio Grande in prossimità della Darsena.

Durante l'annuale asciutta primaverile dei Navigli, nel cantiere-pilota sono state eseguite, oltre all'analisi storico-archivistica, una serie di indagini e prove: 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, il degrado e la precarietà statica; una serie di trincee e pozzetti d'ispezione per poter constatare la reale geometria e consistenza materica del muro; alcuni 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; i sondaggi verticali e inclinati per la caratterizzazione del terreno; le prove penetrometriche dinamiche per la caratterizzazione del terreno; le indagini georadar che hanno definito lo spessore e la geometria del muro di sponda; le indagini soniche necessarie per definire lo spessore e le proprietà meccaniche del muro di sponda; il prelievo di malta e di mattoni per la definizione delle caratteristiche fisico-meccaniche, utili nella scelta delle malte per il consolidamento conservativo.

Le prove e le diverse competenze coinvolte hanno prodotto una quantità significativa di dati.

Nel cantiere era presente anche l'Assistenza Tecnica Mapei che ha inviato campioni di materiali ai propri laboratori, testando e utilizzando in prova una serie di prodotti adeguati per questo intervento.

Sul n. 66 di Realtà Mapei è stato pubblicato un ampio articolo che contiene maggiori e più ampie informazioni su questa fase dei lavori.

La procedura seguita nel cantiere-pilota e la scelta delle modalità applicative e interpretative delle prove hanno permesso di mettere a punto quali fossero, fra le tecniche non distruttive, le più affidabili per intervenire con successo sulle sponde.

La lunga analisi effettuata nel 2004 ha avuto anche lo scopo di permettere la stesura di "Linee Guida" (a cui Mapei ha collaborato attivamente con le relazioni dei suoi tecnici) per definire le tecniche di intervento più appropriate per intervenire nei vari tratti in cui si differenziano, per tipologia costruttiva e patologia, i muri spondali dei Navigli.

2005: il campo-prova

Nell'autunno 2005 sono state eseguite le campionature dei materiali da impiegare per il recupero della funzionalità statica dei muri spondali del Naviglio Grande. La porzione di muratura, indicata dalla Direzione Lavori, in

Foto 1.
Il Naviglio Grande nei pressi del Ponte di Via Valenza.

Foto 2.
Vista d'insieme e particolare del muro spondale in una fase preparatoria della stilatura dei giunti di allettamento tra i mattoni.

Foto 3.
Frattazzatura della malta di allettamento e pulitura dei mattoni. Particolare della superficie dei giunti.

cui l'Assistenza Tecnica del Gruppo Edilizia Mapei ha testato malte esenti da cemento come espressamente richiesto, è stata individuata in un'area spondale realizzata in mattoni pieni sul Naviglio Grande nei pressi del Ponte di Via Valenza. Il procedimento adottato ha previsto dapprima la stilatura dei giunti di allettamento tra i mattoni e, successivamente, il consolidamento della stessa muratura mediante iniezione di boiacche esenti da cemento. Infatti i due prodotti consigliati dall'Assistenza Tecnica Mapei appartengono alla linea MAPE-ANTIQUE, una gamma completa di prodotti per il risanamento delle murature umide oppure degradate costituiti da calce ed Ecopozzolana.

CRONOLOGIA DELL'INTERVENTO

• Primavera 2004 – Il cantiere-pilota: indagini e prove per identificare le metodologie di intervento e i prodotti più adeguati.

• Autunno 2005 – Il campo-prova: campionatura dei materiali in un'area spondale nel pressi del ponte di Via Valenza.

• Primavera e autunno 2006 – Esecuzione dell'intervento nel tratto compreso tra la Darsena e il ponte di Via Valenza.

Successivamente è stata realizzata un'ulteriore campionatura nei pressi della Darsena: qui è stata prevista la ricostruzione della muratura mista in mattoni e pietra esistente, costituita prevalentemente in ceppo lombardo, mediante la tecnica dello "scuci-cuci".

2006: l'intervento di recupero

I risultati della campionatura hanno soddisfatto la Direzione e la Sovrintendenza, per cui le procedure e i prodotti testati nel campo prova sono stati impiegati nell'intervento di consolidamento statico e restauro conservativo delle sponde del Naviglio Grande, dalla Darsena a Ponte Valenza. I lavori sono stati eseguiti durante i periodi di asciutta del Naviglio, nella primavera e nell'autunno del 2006. Più dettagliatamente, le operazioni eseguite sono state le seguenti.

Stilatura dei giunti di allettamento tra i mattoni.

Inizialmente è stato effettuato un accurato lavaggio con acqua a bassa pressione delle superfici interessate dalle campionature per rimuovere le parti incoerenti e in fase di distacco. Il giorno seguente è stata applicata manualmente la malta di allettamento composta dal legante idraulico di calce ed Ecopozzolana MAPE-ANTIQUE LC* miscelato con GHIAIETTO 0-8* nella proporzione di 1:2. Lo spessore della malta applicata per effettuare la stilatura è stato superiore a 30 mm.

La scelta di questa particolare miscela è stata funzionale alle richieste fatte dalla Direzione Lavori che ha espressamente richiesto l'impiego di una malta a base di calce, con totale assenza di cemento, di colore chiaro e con aggregati scuri in curva granulometrica fino a 8 mm.

La superficie finale dei giunti è stata particolarmente curata durante la fase applicativa, in quanto doveva risultare a raso rispetto a quella dei corsi dei mattoni e "mettere in evidenza" l'inerte presente nella malta.

Consolidamento delle murature mediante iniezione.

Per effettuare il consolidamento della muratura, si è partiti dal posizionamento su tutta la parete, dove in precedenza era stata realizzata la stilatura dei giunti di allettamento, di tubicini di plastica morbida. I tubicini avevano un diametro di 10 mm ed erano in

Foto 4.
Realizzazione di fori nei muri spondali come sede dei tubicini di gomma.

Foto 5.
Visione complessiva del muro prima dell'iniezione.

Foto 6.
Iniezioni di consolidamento con Mape-Antique I.

Foto 7.
Messa in sicurezza della muratura prima della ricostruzione dei tratti non recuperabili.

Foto 8 e 9.
Intervento di ricostruzione delle porzioni di muro rimosse con l'utilizzo di Mape-Antique LC.

Foto 10.
Vista d'insieme del muro spondale a intervento ultimato.

Foto 11.
Il Naviglio Grande dopo la piena dell'inverno 2006.

numero non inferiore a 10 per ogni metro quadrato, opportunamente distanziati l'uno dall'altro.
Prima di eseguire il consolidamento della muratura è stato necessario iniettare dell'acqua a bassa pressione, utilizzando gli stessi tubicini precedentemente posizionati, per eliminare il limo e il materiale incoerente presente all'interno della struttura.
Il giorno successivo alla saturazione del supporto, per consentire anche lo smaltimento dell'eventuale acqua libera ristagnante all'interno, è stata effettuata l'iniezione di MAPE-ANTIQUE I* (legante idraulico a base di calce ed Ecopozzolana, esente da cemento), con una pompa manuale per boiacche, a bassissima pressione.
L'operazione è stata realizzata partendo dall'iniettore posto nella zona più bassa e, alla prima fuoriuscita del prodotto dal tubicino posto nelle vicinanze, è stata interrotta l'iniezione di MAPE-ANTIQUE I*, chiuso il tubicino attraverso il quale si stava iniettando e proseguito l'intervento dall'iniettore da cui era fuoriuscito il materiale.
A completamento dell'iniezione la superficie campionata è stata lavata

con acqua per eliminare le colature lasciate dal materiale fuoriuscito dai tubicini di plastica.

Ricostruzione della muratura esistente mediante la tecnica dello "scuci-cuci".

Alcune porzioni dei muri spondali esistenti hanno richiesto una ricostruzione, in quanto non più recuperabili e non più in grado di assolvere alla loro funzione sia statica che meccanica.

Dopo aver messo in sicurezza la muratura esistente puntellandola, si è proceduto ad aprire una breccia nella zona dell'intervento.

La successiva ricostruzione delle porzioni rimosse è stata eseguita attraverso il riposizionamento dei mattoni pieni e della pietra (ceppo lombardo) con MAPE-ANTIQUE LC* miscelato con GHIAIETTO 0-8, nel rapporto 1:2,5.

***Prodotti Mapei:** *i prodotti citati appartengono alla linea "Prodotti per edilizia". Le relative schede tecniche sono contenute nel CD/DVD "Mapei Global Infonet" e nel sito 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 per il risanamento delle murature umide in pietra, mattone e tufo.*

SCHEDA TECNICA

Mura spondali del Naviglio Grande, Milano
Intervento: consolidamento statico e restauro conservativo delle sponde del Naviglio Grande nel tratto compreso tra la Darsena e il ponte di Via Valenza
Anno di intervento: 2005-2006
Committente: Comune di Milano – Settore Tecnico Infrastrutture Ponti; ing. Di Martino (Responsabile procedimento) e ing. Sala (Direzione Lavori)
Progetto: ing. Ardizzon, prof. Migliacci (Politecnico di Milano) e ing. Sala
Supervisione: Soprintendenza per i beni architettonici e per il paesaggio di Milano, arch. Corrieri
Impresa: ICEMS, De Campo ICG e Sandrini
Coordinamento Mapei: Davide Bandera, Paolo Banfo, Giorgio D'Alò, Luca Ferrari, Massimiliano Nicastro e Matteo Venturini