

La manutenzione d



Un problema di non facile soluzione: recuperare rive e canali in una città di grande bellezza come Venezia.

Venezia è una città particolare non solo per la sua unicità e bellezza artistica, ma anche per i problemi strutturali che impone nel caso di ristrutturazioni architettoniche e interventi manutentivi. Proprio il problema della manutenzione dei canali era già presente al tempo della Serenissima Repubblica, impegnata da allora a bonificare i rii nonostante l'azione delle maree. Negli ultimi anni si è fatta più forte la richiesta di interventi sui muri di sponda che non significassero solo riparare situazioni di dissesto e degrado evidenti, ma anche capacità di prevenirle, riuscendo a monitorare i fattori casuali e a limitarne gli effetti dannosi. Questi problemi hanno imposto un'attenta

ei canali veneziani



Foto 1. L'immagine di un rio durante la manutenzione. Si notano le cannuce per iniezione già predisposte sui muri.

Foto 2. I muri di sponda a Venezia sono caratterizzati da materiali di costruzione diversi: nella foto un esempio di muro in mattoni.



programmazione degli interventi sia per quello che riguarda il loro consolidamento, che la manutenzione e la successiva protezione.

Nel corso degli ultimi anni è stata attuata un'intensa opera di manutenzione straordinaria delle sponde dei canali veneziani attraverso quello che viene chiamato "Progetto integrato rii", finanziato dalla Legge speciale n.139 del 1992.

Lo scavo dei rii e il risanamento delle loro sponde costituiscono insieme la fase principale e più urgente di un vasto programma di manutenzione

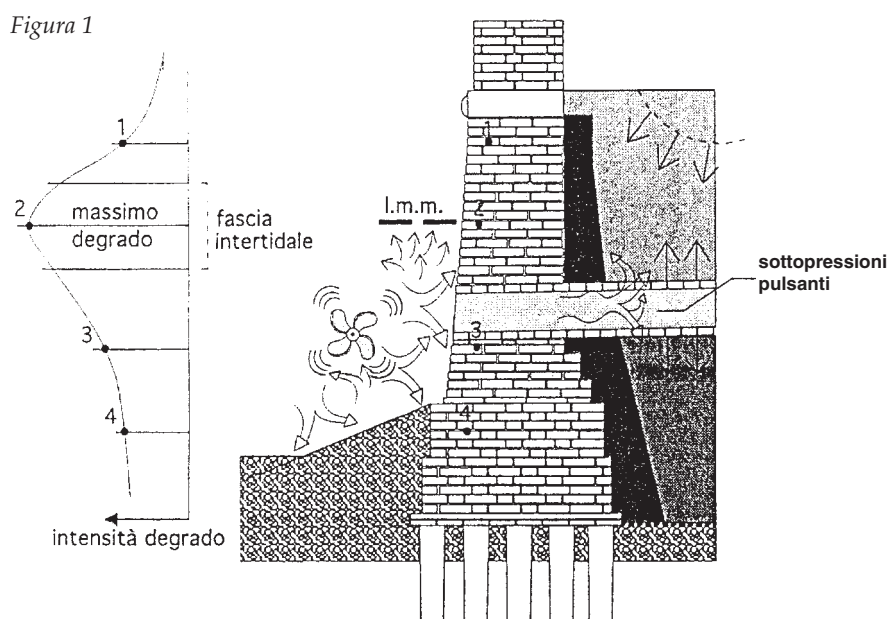
straordinaria e di risanamento igienico ed edilizio della città di Venezia, che comprende anche la manutenzione dei ponti, la razionalizzazione dei sottoservizi e l'adeguamento fognario. L'urgenza era data in special modo dal livello di interrimento dei rii che dalla fine degli anni Ottanta creava addirittura problemi alla navigabilità interna e alla sicurezza cittadina. La messa in asciutto dei rii, necessaria per effettuare la completa asportazione del fango, ha consentito di mettere a nudo le sponde e di procedere sistematicamente alla loro pulitura e manutenzione. I rii interni della

città di Venezia si estendono per oltre 45 chilometri e, considerando anche quelli di Murano e Burano, arrivano a circa 49 chilometri, 42 dei quali da scavare a secco.

Il degrado delle sponde

Dalla metà degli anni Sessanta non veniva effettuata una manutenzione sistematica dei rii in asciutto e il precario stato delle sponde si poteva notare con evidenza in occasione delle basse maree. Solo nei casi più gravi ed urgenti si era intervenuti ad asportare il fango in presenza d'acqua nelle sezioni centrali dei canali. La quantità di sedimenti accumulatasi lungo le rive aveva nascosto la situazione effettiva delle fondazioni, che può essere appurata solo con il rio messo a secco quando è possibile asportare il fango. Infatti, malgrado nella fase progettuale si svolgano indagini di campo, non mancano le sorprese una volta che le fondazioni sono messe allo scoperto e spesso è stato necessario apportare varianti ai progetti originari, per far fronte a situazioni impreviste. I danni alle sponde possono essere di varia entità e vanno dalla semplice perdita di impermeabilità per il dilavamento delle malte alla presenza di fessurazioni e sconessioni dei paramenti, alla perdita di elementi costituenti i muri esterni, fino alla presenza di vuoti interni alla struttura, con "sgrottamenti" e veri e propri crolli di parti murarie. Le cause di dissesto e di degrado sono dovute anche al traffico nautico motorizzato, al flusso di basse e alte maree, all'intasamento degli scarichi fognari, alla risalita capillare con relativi processi di cristallizzazione dei sali, alla qualità e all'età dei materiali e alla frequenza delle manutenzioni. Come già rilevato, non tutte le sponde presentano lo stesso livello di degrado e di conseguenza l'entità del risanamento varia in funzione delle condizioni reali

Figura 1



delle sponde al momento dell'intervento. In base alle condizioni appurate dopo l'asporto dei sedimenti, l'intervento risanatore può essere di diversa intensità: dal semplice ripristino dell'impermeabilità alla ricostruzione degli elementi mancanti dal paramento murario.

Figura 1. Come avviene l'azione cavitazionale sul paramento murario.

Figura 2. Scavo in presenza di acqua per la manutenzione viabile e igienica.



L'intervento di Mapei

La delicata questione della manutenzione di sponde e canali e le forme di dissesto e degrado a cui vengono sottoposti, con la progressiva perdita di consistenza delle murature di sponda, hanno imposto un'attenta programmazione degli interventi sia per quello che riguarda il loro consolidamento, che la manutenzione e la successiva protezione. Se l'opera continua di dilavamento compiuta dall'acqua, che con sempre maggiore facilità penetra all'interno del corpo murario immerso, non viene efficacemente contrastata, si arriva ad un indebolimento progressivo delle rive con sconessioni sempre più gravi

Foto 3. Il rio messo a secco. Nel muro di sponda viene iniettato Stabilcem, un legante cementizio espansivo superfluido usato per riempire cavità e fessure, porosità interne in calcestruzzi e roccia. Il prodotto qui è stato usato nella versione HV (high viscosity) messa a punto appositamente per questo cantiere.



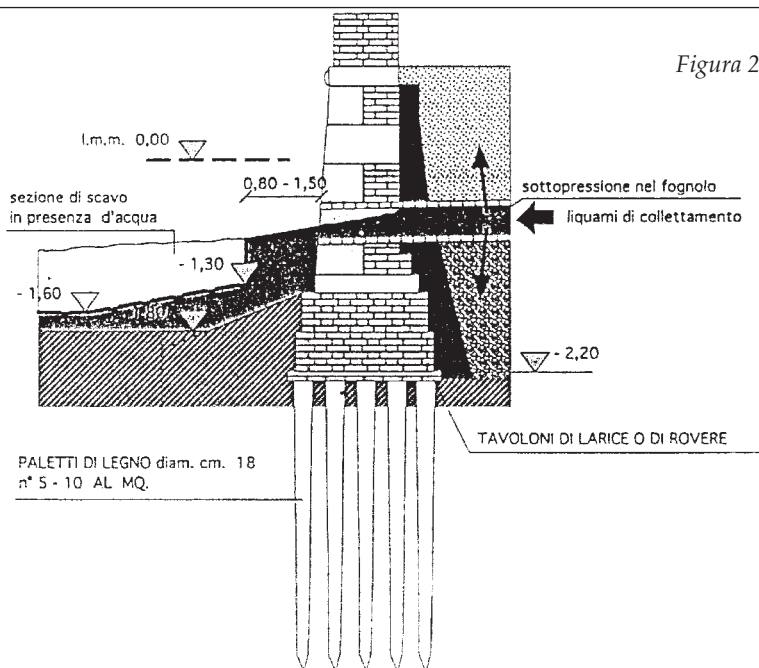


Figura 2

Le due figure sono tratte da: I. Turlon, Fondazioni e fondamenti sui rii, in "Le fondazioni degli edifici a Venezia", Atti del Convegno Architetti veneziani, Ateneo Veneto, dicembre 1994.

Foto 4. La versione HV di Stabilcem è il risultato di additivazioni con componenti a base di microsilice che migliorano le proprietà del sistema cementizio e conferiscono più coesione all'impasto, un'alta resistenza meccanica e una maggior impermeabilità, oltre a facilitare il pompaggio del calcestruzzo.

Foto 5. L'iniezione di Stabilcem viene fatta dopo aver sigillato le fughe del rivestimento lapideo con Mapegrout T60S, una malta che resiste a cloruri e solfati.

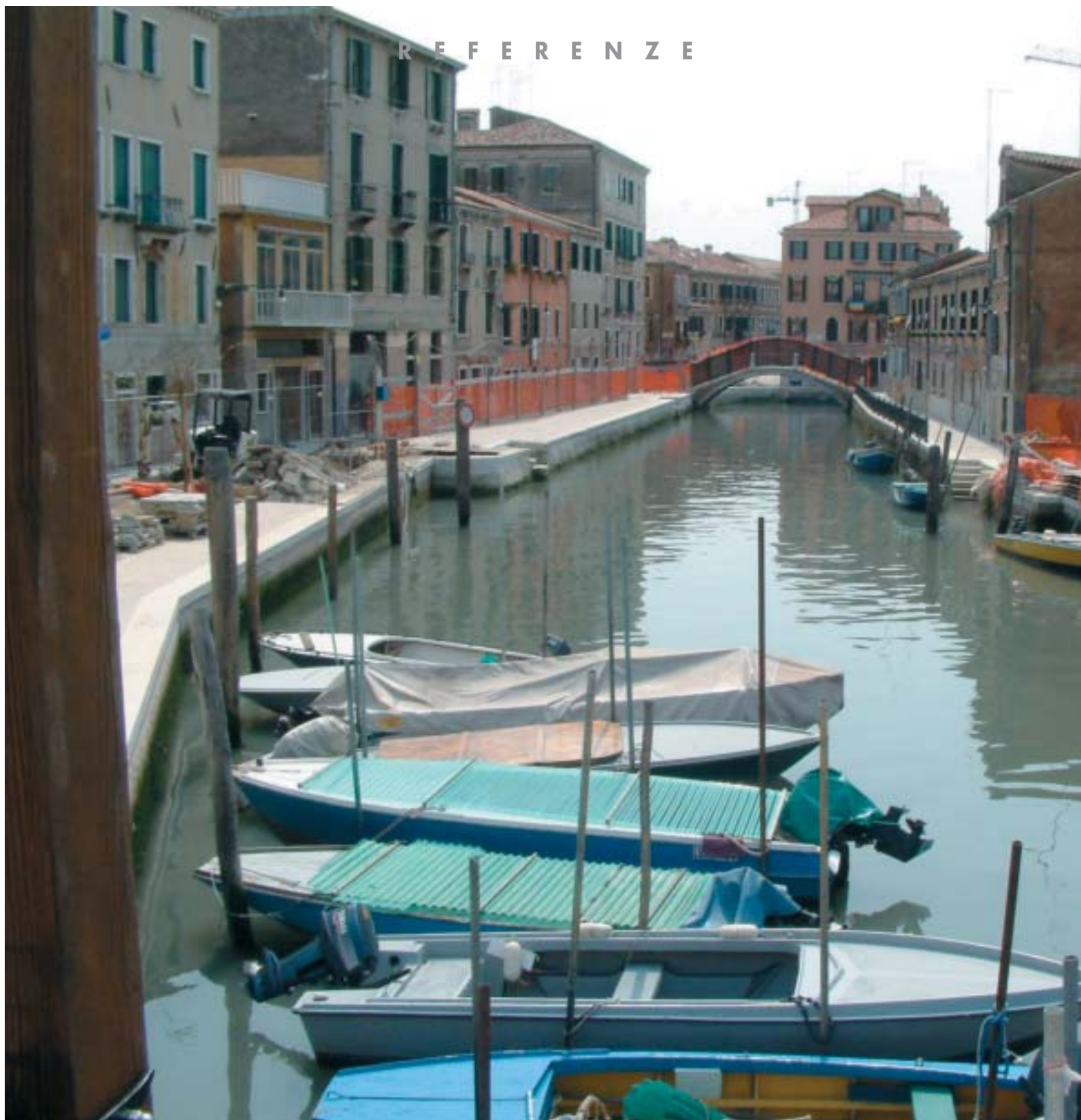
Foto 6. Alla base delle fondazioni è stato applicato un intonaco di protezione impiegando come betoncino sempre Mapegrout T60S con una rete inox elettrosaldata. L'inserimento della rete "piolata" è stato necessario per resistere all'azione del moto ondoso e alla costante azione delle acque aggressive, e per fungere da armatura porta-intonaco migliorando, di conseguenza, la resistenza agli urti accidentali.

dell'ossatura strutturale. Se viene a mancare un'azione pronta ed efficace, i dissesti che si producono obbligheranno in futuro la municipalità e i privati a dover affrontare opere sicuramente più complesse ed impegnative. Infatti risolvere con sufficiente tempestività i danni e il degrado, permette di fare ricorso ad opere scarsamente invasive e a bassa intrusività, che non richiedono nessuna demolizione e ricostruzione, se non parziale, delle strutture di sponda. Il monitoraggio costante nel tempo delle condizioni e l'attenzione verso i mali sofferti dal manufatto, seguiti da un ricorso veloce ai rimedi, scongiura l'aggravamento dei danni, rendendo superflua la necessità di intraprendere opere ingenti, impegnative, rischiose per l'integrità del manufatto ed economicamente più onerose.

Gli interventi sono progettati con particolare attenzione al fine di attribuire al muro una funzionalità attraverso i lavori indispensabili e necessari rispetto a quelli inutili e superflui. Anche se sembra un'affermazione ovvia, in realtà sottointende un impegno particolare da parte degli addetti ai lavori e si fonda su una vasta e documentata serie di informazioni basata sull'entità del degrado, sui mancati e i dissesti strutturali sofferti. Essi vanno poi incrociati e posti in relazione con un'approfondita conoscenza della natura fisica del manufatto, delle proprietà e caratteristiche dei materiali usati per realizzarlo, delle tecniche esecutive per la sua erezione, dell'articolazione statica, degli assetti strutturali iniziali e delle loro variazioni nel tempo.

Tenendo conto di queste considerazioni Mapei, che ha già lavorato con successo sui ponti di Venezia come quello su Rio Marin, ha indicato soluzioni che hanno, alla prova dei fatti, saputo coniugare sia l'aspetto tecnico sia quello architettonico, proponendo malte da iniezione con resistenze medie riscontrabili anche nelle murature di sponda dei rii, che danno valori compresi tra i 18 e i 28 N/mm². In un contesto come questo, il consolidamento delle sponde attraverso iniezione si è dimostrata con evidenza la tecnica sicuramente più appropriata, anche grazie all'opera di ricerca effettuata nei laboratori Mapei che ha consentito di formulare prodotti con composti contenenti microsilice, i cui granuli sono di dimensioni dieci volte inferiori a quelli del cemento. La formazione di un gran numero di piccoli cristalli incrementa le proprietà della microstruttura dell'impasto riducendone la porosità a vantaggio della resistenza e, quindi, della durabilità nel tempo malgrado l'azione dell'acqua di mare. Per l'intervento si è fatto uso di STABILCEM*, un legante cementizio espansivo superfluido usato per riempire, attraverso iniezione, cavità e fessure, porosità interne in calcestruzzi e roccia, che ha dimostrato ben presto una versatilità applicativa considerando le cavità nei paramenti murari formatesi per





effetto dell'azione cavitazionale dell'acqua marina. Per quest'applicazione STABILCEM* è stato realizzato nella versione HV (high viscosity), il risultato di additivazioni con componenti a base di microsilice che migliorano le proprietà del sistema cementizio, conferiscono una maggior coesione all'impasto, un'alta resistenza meccanica e una maggior impermeabilità, oltre a facilitare il pompaggio del calcestruzzo. Tutto ciò può avvenire con la saturazione dei vuoti senza la sgradita allocazione nei rii e nelle zone limitrofe. Proprio per evitare il verificarsi di tali inconvenienti, si è modificata la formula originale di STABILCEM* a tutto vantaggio di una reologia frenata del sistema per consentire la variazione della viscosità qualora la pressione esercitata sulla massa diminuisse, mantenendo stabile la resistenza chimica al cloruro e al solfato. Con ciò è stato

garantito il riempimento dei vuoti interni alla muratura senza decadimento nel tempo del prodotto iniettato, anche se sottoposto a sollecitazioni sia meccaniche che chimiche. Le caratteristiche del prodotto rendono possibile lo scorrimento di un impasto coeso, mantenendone inalterate le caratteristiche fluido-espansive senza problemi di segregazione e bleeding. Grazie a ciò, anche i residui limosi presenti nel corpo murario tornano utili, sia per la loro benefica azione di contenimento e di saturazione interstiziale, sia per una modifica in



Foto 7. Le fondamenta dell'Arzere dopo il risanamento effettuato con iniezioni di Stabilcem HV nei muri di sponda e il rifacimento dello zoccolo con malta MapegrouT T60S.

positivo delle resistenze meccaniche e del modulo elastico. L'iniezione, fatta dopo aver sigillato le fughe del rivestimento lapideo con MAPEGROUT T60S*, una malta fibrinforzata a ritiro controllato resistente a cloruri e solfati, garantisce la presa anche, come in questo caso specifico, in presenza di ambienti umidi e con possibili venute di acqua.

Alla base delle fondazioni, a meno di 70 centimetri dal medio mare fino al fondo canale, si applica un intonaco di protezione impiegando come betoncino sempre MAPEGROUT T60S*, in spessore di circa 6 centimetri, con una rete inox elettrosaldata (con misure 10x10 calibro 5).

L'inserimento della rete "piolata" è stato necessario, oltre che per contrastare il fenomeno espansivo in fase d'indurimento del prodotto, scelto per resistere all'azione del moto ondoso e alla costante azione delle acque aggressive, anche per fungere da armatura portaintonaco e migliorare, di conseguenza, la resistenza agli urti accidentali.

L'intervento, impegnativo per le soluzioni proposte e per la sua vastità, si è protratto per diversi mesi e ha richiesto un serio lavoro di equipe che ha coinvolto oltre a Mapei, presente in prima linea con i propri tecnici, anche Insula Spa, in particolare l'ing. Ivano Turlon e il geom. Giuliano Molon – rispettivamente direttore tecnico e responsabile di intervento – per quello che riguarda le varie risoluzioni tecniche volute; rilevante è stata anche la collaborazione con diversi studi di progettazione rappresentati dagli ingegneri Luigi e Stefano Muffato, Giovanni Cocco e Daniele Rinaldo. Le imprese edili coinvolte nell'intervento hanno intrapreso un lavoro di preparazione funzionale sia all'iniezione sia alla formazione del betoncino che forma la zoccolatura della sponda, rendendo possibile l'opera di recupero dei canali delle insule di S. Stefano, S. Trovaso e Fondamenta dell'Arzere.

Questi importanti interventi sui rii veneziani si inseriscono in un programma più vasto che ha per protagonista la

manutenzione e la conservazione di tutta la città di Venezia e che continua con il recupero dei ponti. Per questi interventi, che sono già stati avviati, Insula si è ancora una volta avvalsa anche della collaborazione di Mapei, che ha messo a punto dei sistemi innovativi, quali le fibre di carbonio, adottati per il risanamento dei ponti.

Nel complesso, è in atto un enorme progetto con lunghi, ma certi, tempi di realizzazione, che sicuramente influirà sulla vita della città lagunare.

DM

*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".

MapegrouT T60S: malta tissotropica fibrinforzata resistente ai solfati per il risanamento del calcestruzzo.

Stabilcem: legante cementizio espansivo superfluido per ottenere boiacche da iniezione, malte, betoncini e calcestruzzi. Qui impiegato nella versione HV (high viscosity) appositamente elaborata.



SCHEDA TECNICA

Canali di Venezia

Intervento: risanamento e manutenzione dei canali e delle rive di Venezia nelle insule di S. Stefano, S. Trovaso e Fondamenta dell'Arzere
Committente: Insula Spa, Venezia

Progetto e Direzione lavori: Luigi Muffato, Sinergo Engineering di Martellago (VE)

Impresa: Rossi Costruzioni di Marcon (VE), Edilcostruzioni di Camponogara (VE) per CO.DEMAR. di Valli di Chioggia (VE), Tiozzo Costruzioni di Mestre (VE)

Anno di intervento: 2000-2001

Prodotti Mapei: MAPEGROUT T60S, STABILCEM

Coordinatore Mapei: Paolo Alberti, Mauro Orlando e Pasquale Zaffaroni.