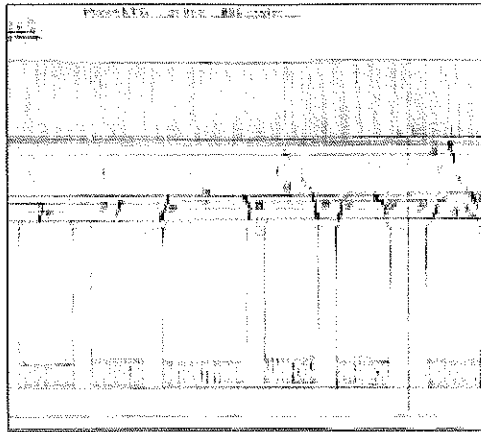




La chiesa della Rotonda: prospetto e rilievo del quadro fessurativo che si può osservare sull'architrave e sulle pareti in muratura sovrastanti i pilastri. Le fessure sono concentrate in prossimità dell'appoggio delle architravi sulle colonne e interessano anche le murature nelle zone prossime alle finestre, i punti meno resistenti. L'architrave ruotando, a causa del diverso movimento verticale delle colonne, danneggia la muratura circostante, con rischio di crollo locale.



Nei mesi scorsi sono stato incaricato dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici di Verona di redigere una perizia di parte per una causa che coinvolgeva la valutazione degli effetti degli scavi in falda. La causa verteva sui danni strutturali subiti da alcuni monumenti della città di Rovigo, danni che venivano imputati ad uno scavo effettuato nelle loro vicinanze per creare un parcheggio sotterraneo. I sopralluoghi hanno, in effetti, evidenziato che la chiesa della Rotonda, la

chiesa di San Francesco, la relativa Canonica e la chiesa del Cristo hanno manifestato alcuni significativi cedimenti strutturali, verificatisi nel breve lasso di tempo di alcuni mesi. Le testimonianze riferiscono che il quadro fessurativo si è formato ed aggravato in concomitanza con i lavori di scavo e di emungimento d'acqua nell'adiacente cantiere tra il 1994 ed 1995. Malgrado la notevole distanza tra i monumenti ed il cantiere, che in alcuni casi superava i 100 m, i cedimenti non omogenei

Ancora dopo mesi dal termine dei lavori, si è causata la rottura di un pilastro, con gravi lesioni ad un complesso.

A Rovigo di un pai

del terreno di fondazione hanno provocato rotture e distacchi nei punti meno resistenti, che, oltre a rappresentare di per sé un rischio di collasso, comportano una notevole diminuzione del grado di sicurezza di assieme dell'edificio, che, come sempre avviene negli edifici storici in muratura, è affidato prevalentemente alla monoliticità dell'assieme ed al fatto che le varie murature si possano aiutare mutuamente. La presenza di giunti, fessure e separazioni impedisce questa forma di funzionamento e porta

EDITORIALE

Esplorare e "studiare" sotto quota per costruire bene

Paradossalmente l'ambito del costruire sotterraneo, a cui si associa inevitabilmente il concetto della protezione dall'acqua, è uno dei comparti dell'edilizia meno indagati, poco conosciuti, di scarsa rilevanza ed attenzione persino da parte del legislatore. Una lacuna cronica, che rischia di trasformarsi in gravose responsabilità progettuali nel mutato contesto di un mercato edilizio sempre più pronto ad "invadere" massicciamente il sottosuolo, stretto dalla necessità di

reperire nuovi spazi per un'espansione controllata ed urbanisticamente compatibile. Carenze conoscitive che investono tutti gli artefici del processo costruttivo, a partire dal mondo accademico, per finire con quello dell'impresa, passando attraverso "l'arcipelago" dei tecnici. Responsabilità a cui Volteco, per scelta e per necessità, ha cercato di non sottrarsi, investendo risorse importanti nella formazione tecnica e professionale, attraverso la promozione di un ca-

lendario articolato di corsi ed incontri tematici per progettisti ed applicatori, a fianco dei rispettivi ordini ed associazioni di categoria, nella ricerca scientifica ed in progetti di sviluppo di prodotti innovativi in collaborazione con i più importanti centri universitari, nella promozione di scambi culturali e nella divulgazione di informazioni tecniche e bibliografia scientifica... In altre parole, impostando il proprio modo di "fare impresa" sulla competenza, quale vantaggio competitivo.

lavori, uno scavo mal gestito e, soprattutto, male impermeabilizzato ha continuato a
so di edifici storici presenti nell'area.

**Il caso
Rovigo**

il caso emblematico parcheggio interrato

di Lorenzo Jurina*

ad un forte incremento del rischio.

Oltre ai monumenti, anche parte del tessuto del centro storico di Rovigo, in adiacenza al citato cantiere, ha subito lesioni di varia gravità, in edifici in cui i cedimenti sono proseguiti ben oltre la chiusura dello scavo.

Una volta riscontrato il danno, si rendeva perciò necessario comprendere se e come lo scavo del parcheggio interrato avesse potuto causare i danni rilevati. A dire il vero, l'analisi degli elaborati progettuali e la verifica delle parti realizzate sembrano avvalorare, già da sole, la tesi che indicava lo scavo come responsabile dei fatti. Il progetto, infatti, prevedeva originariamente una profondità dei diaframmi di 15 metri, cosa che avrebbe consentito di intercettare due strati argillosi impermeabili, l'adozione di tiranti con lo scopo di vincolare in sommità i pannelli di diaframma, nonché l'esecuzione di un "tappo impermeabilizzante" di fondo realizzato mediante la tecnica del jet-grouting. In realtà, in corso d'opera sono state apportate alcune modifiche sostanziali al progetto che hanno previsto,

tra le altre cose, di limitare i diaframmi ad una profondità di soli 10,8 m., sufficiente appena ad intestarsi nel primo strato argilloso, senza neanche attraversarlo completamente. I previsti tiranti, inoltre, sono stati sostituiti dallo stesso terreno a valle che formava una ripida scarpata a ridosso del diaframma e poi, in una seconda fase,



da puntoni metallici semplicemente appoggiati ad un terreno poco trattato. L'impermeabilizzazione del fondo, fortemente consigliabile per scavi in un ambiente come Rovigo dove la falda è particolarmente alta, è stata sostituita da un trattamento del terreno superficiale di fondo scavo, in cui si è impastato del cemento alla sabbia in situ, ottenendo una prote-

zione solo superficiale, incapace di garantire una efficace impermeabilizzazione. E' anche improbabile che il trattamento abbia potuto essere applicato sull'intera superficie di scavo quando era ancora presente una gran quantità di terreno posto "a scarpata".

Date queste premesse non stupisce che la "grande

Una "mezza" soluzione non serve

Nella zona della rampa di accesso ai box, i pannelli hanno una profondità inferiore ai 10,80 m. La giustificazione adottata per questa scelta progettuale è stata che, proprio in quell'area, vi era un grosso canale fognario interrato. Questo, però, avrebbe dovuto suggerire un intervento di impermeabilizzazione tale da impedire l'enorme quantità di acqua che attraverso quel varco avrebbe potuto, come del resto è successo, entrare nel perimetro dei diaframmi. Ciò dimostra quanto sia inutile, ed anzi in taluni casi dannoso, cintare con un perimetro di diaframmi impermeabilizzanti una zona interna, lasciando un varco di grandi dimensioni su uno dei lati.

vasca" si sia riempita con sorprendente rapidità nel momento in cui i well-points, che avevano funzionato ininterrottamente per mesi per tenere basso il livello dell'acqua, sono stati spenti. Si è allora reso necessario emungere acqua dallo scavo, creando effetti locali di scavamento in prossimità dei diaframmi e cedimenti del terreno nelle zone prossime al cantiere.

**Lorenzo Jurina è ingegnere e docente al Politecnico di Milano - DIS*