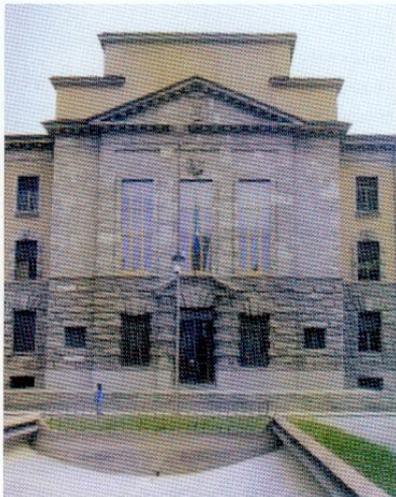




PRODOTTO IN OPERA



# Istituto Vittorio Emanuele II a Bergamo

**N**ell'ambito degli interventi di recupero di edifici esistenti sono ricorrenti le opere di consolidamento in cui si prevede l'inserimento di elementi metallici all'interno di strutture in muratura, calcestruzzo o strutture lignee: la cucitura di piccole lesioni, il collegamento tra elementi metallici di rinforzo e le strutture esistenti, la connessione tra gli impalcati e le murature perimetrali, il rinforzo di solai o coperture. Ancoraggi e connessioni possono essere solidarizzati al materiale con iniezioni di malte o resine. A seconda dell'applicazione e del tipo di manufatto su cui si deve intervenire può essere necessario intervenire con modalità differenti per realizzare ancoraggi iniettati: le operazioni di inie-

zioni con resina sono relativamente semplici nel caso in cui le lunghezze di ancoraggio siano inferiori a 1,00 - 1,50 metri, mentre, per lunghezze superiori, si deve ricorrere all'iniezione di malte cementizie o di impasti con caratteristiche compatibili con i materiali originari. La tixotropia delle resine abitualmente utilizzate per gli ancoraggi garantisce dalle eccessive dispersioni negli interstizi della muratura ma, per i tempi brevi di indurimento, complica la fase di estrusione in profondità. L'utilizzo, invece, di resine epossidiche pure caratterizzate da lunghi tempi di indurimento e manipolazione offre in questo senso le migliori prestazioni e consente di raggiungere profondità di ancoraggio superiori. Al contrario, le malte, caratterizzate da una maggiore fluidità, sono facilmente iniettabili ma possono disperdersi attraverso gli interstizi delle murature, i vuoti e le lesioni, impedendo il riempimento del foro e quindi non garantendo l'ancoraggio. Una soluzione a tali problematiche è possibile mediante l'applicazione di una specifica e innovativa tecnologia, intro-

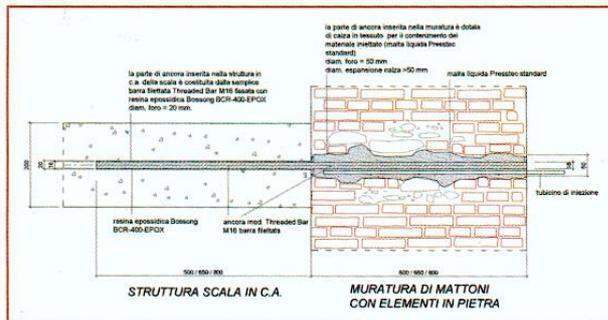
dotta recentemente in Italia dalla Bossong Spa, che prevede una speciale "calza" in tessuto che avvolge la barra metallica e che garantisce il totale controllo dell'iniezione e l'aderenza con il substrato su tutta la lunghezza. Le connessioni con resina permettono la realizzazione di piccoli fori nel substrato, con diametri solo di qualche millimetro superiori a quelli dell'elemento metallico, dunque poco invasivi ed al limite reversibili mediante una perforazione di diametro superiore; per le applicazioni con malta sono invece necessari diametri maggiori che richiedono l'utilizzo di particolari carotatrici con sonda diamantata funzionanti a sola rotazione. Se da un lato vi sono motivazioni tecniche, teoriche, che permettono di distinguere quando l'ancoraggio debba essere realizzato con resina o con malta cementizia, non sempre, nelle applicazioni pratiche tale limite è ben definito, entrando in gioco molti altri fattori quali la compatibilità con i materiali originari che possono vincolare la scelta dei materiali o più semplicemente problemi di fattibilità esecutiva; in alcuni casi poi può essere necessario adottare tecniche di ancoraggio miste per meglio adattarsi alle esigenze specifiche dell'intervento.

Il caso studio illustrato è stato scelto proprio in quanto rappresentativo della diverse problematiche che concernono l'applicazione degli ancoraggi iniettati.

## L'Istituto Vittorio Emanuele II a Bergamo.

L'edificio, le cui origini risalgono all'inizio del XX secolo, è sede della Istituto Tecnico Commerciale e Turistico Statale ITCS Vittorio Emanuele II e fa parte del patrimonio immobiliare della Provincia di Bergamo. Lo stabile è stato oggetto, negli ultimi tempi, di interventi di manutenzione straordinaria, coordinati dal Settore Manutenzione Immo-

dotta recentemente in Italia dalla Bossong Spa, che prevede una speciale "calza" in tessuto che avvolge la barra metallica e che garantisce il totale controllo dell'iniezione e l'aderenza con il substrato su tutta la lunghezza. Le connessioni con resina permettono la realiz-



## PRODOTTO IN OPERA



bili della Provincia, per l'adeguamento dei locali alla prevenzione incendi e al superamento delle barriere architettoniche. La necessità di inserire un corpo scala in c.a. in corrispondenza di una delle ali laterali del fabbricato ha comportato la rimozione dei solai esistenti in quella porzione di edificio per lasciare spazio alla nuova struttura. La realizzazione del nodo di collegamento verticale in cemento armato, con la scala in appoggio sulle pareti trasversali, ha però annullato ogni vincolo con l'esistente parete di facciata; solo a livello della

copertura le travi costituenti l'orizzontamento si innestano nella muratura della facciata collegandola al resto della fabbrica. La porzione di parete compresa tra i due muri di spina, costituita principalmente da muratura di mattoni con interposti elementi in pietra, innalzandosi per circa 14 m doveva quindi essere connessa alla struttura di nuova formazione per evitare possibili spaccamenti e rotazioni. L'ancoraggio per la realizzazione della connessione tra le due parti è stato progettato per:

- rispettare i parametri dimensionali richiesti dal progetto;
- tenere conto della diversità dei materiali delle due strutture da collegare;
- garantire la fattibilità di esecuzione.

Partendo dalla dimensione dell'elemento di rinforzo, costituito da una barra filettata in acciaio inossidabile di diametro pari a 16 mm, si è proceduto ad applicare una tecnologia mista resina epossidica-malta cementizia per la realizzazione dell'inghisaggio della barra, in particolare:

- nella struttura in c.a. della scala: perforazione di pochi millimetri superiore al dia-

metro della barra, in modo da limitare il rischio di danneggiamento dei ferri d'armatura esistenti e inghisaggio con resina epossidica pura;- nella parete in muratura: perforazione di diametro superiore, pari a 50 mm e solidarizzazione della barra al substrato mediante iniezione di malta cementizia. Il problema della dispersione del materiale iniettato a causa del percolamento negli interstizi e nei vuoti sempre presenti nelle murature è superato grazie all'utilizzo della speciale calza in tessuto che funge da membrana porosa che limita la fuoriuscita della malta, senza impedire però la sua adesione alla parete del foro. La calza garantisce la solidarizzazione completa dell'ancoraggio alla muratura ed una totale efficacia della connessione senza la necessità di inserire piastre esterne che implicherebbero la formazione di tasche ed il danneggiamento della muratura di facciata. Sulla base del progetto di interventi è stata definita la posizione e la lunghezza degli ancoraggi variabile da 100 a 160 cm a seconda dello spessore della muratura di facciata nel punto considerato. La realizzazione dell'intervento ha comportato l'esecuzione delle seguenti fasi:

- *Fase 1: la perforazione.* La prima operazione è stata la tracciatura del profilo della scala sulla superficie esterna della muratura di facciata e l'individuazione dei punti di inserimento delle ancore, per poi procedere alla esecuzione delle perforazioni nella muratura con diametro variabile pari a 50 mm nel tratto corrispondente alla muratura e pari a 20 mm nella struttura in c.a. della scala. Per evitare effetti di vibrazione e percussione sulle strutture murarie sono state utilizzate carotatrici con sonda diamantata, con funzionamento a sola rotazione.

- *Fase 2: la pulizia dei fori.* Fondamentale per garantire l'efficacia dell'ancoraggio chimico è che venga effettuata una attenta pulizia dei fori con attrezzatura adeguata: in questo caso specifico sono stati utilizzati aspi-

ratori con prolunga capaci di rimuovere detriti e polveri.

- *Fase 3: l'iniezione della resina epossidica.* Per l'iniezione della resina epossidica Bossong BCR-400 EPOX è stato necessario effettuare l'estruzione mediante apposita pompa pneumatica Bossong BOSS-400 E-PN e relative prolunghe per garantire il riempimento, a partire dal fondo, di 2/3 del volume della parte di foro interna alla struttura in c.a.

- *Fase 4: l'inserimento e l'inghisaggio delle barre.* Successivamente all'estruzione della resina si è proceduto all'inserimento delle ancore costituite da barre filettate M16 in acciaio inox, nude nella prima metà e dotate di calza in tessuto e dispositivi di iniezione solo nella metà corrispondente al tratto di muratura. Ad avvenuto indurimento della resina si è completato l'inghisaggio dell'ancora mediante l'iniezione della malta Presstec, ad una pressione costante pari a 3-4 bar fino al completo riempimento della calza. Il ripristino della superficie muraria ha comportato la semplice operazione di riposizionamento della prima carota ottenuta dalla perforazione.



### SCHEDA TECNICA

- Il cantiere:  
**L'Istituto Vittorio Emanuele II a Bergamo**
- Committente:  
**Provincia di Bergamo**
- Progettazione:  
**Ing. G. Algeri - Bergamo**
- Impresa esecutrice delle opere e perforazioni:  
**Diamantech sas - Nuvoletto (Bs)**
- Fornitura e consulenza tecnologia Bossong:  
**Bossong spa - Grassobbio (Bg)**

Progetto&Pubblico 24/2006 Aprile • 75