



## Assemblaggio a secco

IL PONTE IN GFRP NELLA NECROPOLI ETRUSCA DI SAN GIOVANNI A PITIGLIANO

L'assemblaggio a secco, inteso come sistema di unione delle componenti di una costruzione tramite sistemi prevalentemente meccanici, costituisce un limite tecnologico di riferimento che è comune a tutto il percorso evolutivo delle tecniche costruttive: dalle prime strutture megalitiche, realizzate per delimitare uno spazio nel territorio, fino e alle più recenti manifestazioni definite costruzioni di architettura high-tech.

L'assemblaggio a secco può, talora, essere considerato come un procedimento congenito nella natura stessa dei materiali utilizzati: la pietra, il legno, l'acciaio, i materiali compositi pultrusi. Può essere anche inteso come soluzione a necessità operative, quali ad esempio: la riduzione ed il controllo dei tempi di cantiere; l'organizzazione razionale delle lavorazioni in cantieri complessi; la difficoltà di reperimento di particolari maestranze specialistiche; la difficoltà di raggiungimento dei luoghi di realizzazione, anche in quota.

Va interpretato anche come tentativo per trasferire nella realtà del settore delle costruzioni, materiali, tecniche esecutive e concezioni costruttive provenienti da altri settori industriali, in genere

tecnologicamente più evoluti (ad esempio quello nautico e spaziale per i materiali compositi), improntando un'organizzazione della produzione e della costruzione più di tipo industriale che artigianale. Ciò sta portando ad un trasferimento tecnologico incentrato sull'introduzione dei metodi e delle tecniche della produzione industriale, e questo ha messo in crisi le tradizionali tecniche costruttive basate sulla realizzazione in loco di manufatti complessi, partendo da componenti elementari quali legno, pietra, mattoni, inerti, leganti, etc.; crisi accentuata anche della mancanza sempre maggiore di maestranze capaci.

Quindi, la realtà dell'assemblaggio a secco si pone come risposta alla sempre più marcata necessità di contenimento dei tempi di costruzione e di sovrapposizione della fase di progettazione con quella di costruzione. Ciò si concretizza oggi laddove sempre più spesso si inizia a costruire quando ancora il progetto non è giunto alla definizione esecutiva di tutte le sue parti.

Questa sovrapposizione di attività e responsabilità impone l'identificazione all'interno dell'opera di parti che possano essere sviluppate autonoma-

mente, tanto dal punto di vista progettuale quanto da quello costruttivo.

E' proprio questa necessità che ci fa guardare alle tecniche di assemblaggio a secco come ad una possibile soluzione a quanto ci è richiesto oggi, dove le parti dell'opera possono essere progettate e realizzate in luoghi differenti e poi essere assemblate in cantiere in tempi molto brevi. Inoltre la leggerezza dei nuovi materiali conferisce al cantiere significative caratteristiche di flessibilità logistica e di maggiore sicurezza sul lavoro per gli operatori.

Altro punto che va considerato è l'attenzione che oggi il committente pone agli aspetti gestionali del prodotto edilizio. Questi vanno affrontati già in fase di progettazione dell'opera, avendo la possibilità di dare una risposta più efficace ai problemi di degrado, inteso come processo di deterioramento fisico caratteristico di un materiale, di un elemento, di un componente o di un sistema tecnologico, e di obsolescenza, intesa come inadeguatezza funzionale dell'organismo prodotto. Il degrado rende necessari interventi di manutenzione ogni qualvolta un elemento perde le sue





A sinistra, (apertura): fase di scarico delle travi di bordo, da 16 m, nella zona di posizionamento del ponte, ubicata a circa 500 m dal punto di deposito

di Michele Pesaola, Ofesa srl e Carlo Nardi resp. relazioni esterne ECT, carlo.nardi@ect-srl.it

caratteristiche essenziali prima che il suo ciclo di vita utile sia compiuto. Questo si verifica, ad esempio, quando si utilizzano materiali o elementi caratterizzati da una durabilità inferiore rispetto alla durata prevista dall'intervento. Inoltre va anche considerata l'attaccabilità da parte di ambienti aggressivi (zone costiere, etc.) e l'incapacità di effettuare cicli di manutenzione a cadenza fissa.

L'obsolescenza, invece, rende necessari interventi di manutenzione con un impegno economico ancora maggiore, qualora un organismo, pur conservando integre le proprie caratteristiche prestazionali, non è più in grado di rispondere in maniera corretta alle richieste fruibili o funzionali e di relazionarsi alla nuova situazione.

Rispetto alla questione del degrado, costituisce già una buona soluzione un'attenta selezione dei materiali, in relazione alla loro durata e alla definizione dettagliata dei particolari tecnologici, che risultano critici rispetto al deterioramento nel tempo. Si tratta di procedere ad un'accurata progettazione scegliendo i mate-

riali giusti, prestando particolare attenzione alla qualità degli stessi, alla loro durata, alla situazione manutentiva futura affrontabile (specialmente per interventi che riguardano la committenza pubblica) ma soprattutto alla loro compatibilità col luogo dove vengono utilizzati.

E' proprio in questo senso che entrano in gioco le tecniche di assemblaggio a secco. Infatti la possibilità di sostituzione delle parti eventualmente degradate o danneggiate di un organismo costituisce un'ulteriore garanzia del mantenimento dell'efficienza dell'opera nel suo complesso. Il problema dell'obsolescenza è di più difficile soluzione in quanto non è facile stabilire a priori le variazioni fruibili nel tempo. In tal caso occorre dotare le strutture progettate di una flessibilità che consenta un riadattamento delle destinazioni d'uso o modalità fruibili diverse rispetto a quelle per le quali sono stati originariamente costruite. Anche qui le tecniche dell'assemblaggio a secco costituiscono un riferimento particolarmente dotato di potenzialità progettuali e previsionali.

#### NELLE IMMAGINI

1. Particolare dell'assemblaggio dove si nota la sezione interna dell'elemento, costituita da profili a sezione H, alternati a profili a sezione C, posti in verticale. Tutte le connessioni meccaniche sono realizzate con minuteria in acciaio inox. 2. Fase di pre-assemblaggio in stabilimento, per il controllo finale dell'intera struttura, prima della spedizione in cantiere. Sono visibili le ulteriori laminazioni in tessuto unidirezionale in fibra di carbonio, aggiunte ai profili pultrusi in fibra di vetro. 3. Particolare interno della struttura del ponte pedonale. Si notano i profili che costituiscono la struttura trasversale del ponte sulla quale è impostato l'impalcato. Essa è costituita da elementi a sezione L e sezione T, connessi tra loro e con le travi di bordo con flange, sempre in fibra di vetro pultrusa a L. 4, 5. Scarico delle travi di bordo, da 16 metri, nella zona di posizionamento del ponte, ubicata a circa 500m dal punto di deposito. 6. Ponte pedonale durante la fase di assemblaggio in cantiere. Il piano di calpestio viene realizzato con uno speciale profilo in fibra di vetro pultrusa, che assicura anche una elevata rigidità dell'intera struttura.



#### SCHEDA CANTIERE

Progetto: Ponte ciclo-pedonale sul fiume Meleta. Anno di realizzazione: giugno 2004. Luogo: Parco archeologico, Pitigliano (GR) ITA. Cliente Principale: Comune di Pitigliano (GR). Progettazione dell'intervento generale: arch. Roberto Merli. Progettazione dell'opera: Ofea srl - società di ingegneria Osimo (AN). Xena System UK - ing. Jim Hume. Realizzazione: E.C.T. srl - Osimo (AN)

8. La passerella nella sua veste finale, rivestita in legno, in modo da creare un basso impatto visivo, vista la delicatezza della zona archeologica dove si colloca. 9, 10. Alcune fasi del montaggio del ponte di Shwering (Germania).



#### ANALISI DELL'OPERA REALIZZATA

L'opera in oggetto è una passerella ciclo-pedonale per il collegamento di due importanti zone archeologiche della necropoli etrusca di San Giovanni a Pitigliano, in provincia di Grosseto.

La particolarità dell'intervento riguarda la necessità di utilizzare la tecnica dell'assemblaggio a secco, scaturita dall'inaccessibilità del luogo agli usuali mezzi di cantiere per la movimentazione degli elementi costruttivi, anche in rapporto all'investimento economico della committenza.

Tali requisiti hanno portato alla scelta di uno specifico materiale costruttivo, il GFRP (Glass Fiber Reinforced Polymer) che, grazie al metodo di produzione industriale della pultrusione, è in grado di offrire singoli elementi costruttivi con caratteristiche fisico-meccaniche elevate, unite ad una estrema leggerezza, a tutto vantaggio del trasporto e dell'assemblaggio, anche di elementi di elevate dimensioni.

La pultrusione è un processo di modellazione in continuo che crea elementi strutturali quali profili con sezione a C, T e doppio T, etc., ed usa come rinforzo del profilo una fibra e come matrice dell'elemento una resina poliestere o di altro tipo.

I materiali di rinforzo selezionati sono la fibra lunga di vetro, dei mat e dei veri e propri tessuti, che vengono fatti passare attraverso un



bagno di resina, nel quale tutto il materiale viene impregnato. Il materiale impregnato viene orientato secondo specifiche direzioni e poi tirato all'interno di uno stampo caldo, dal quale ne esce il profilo con la sezione desiderata.

Da questo sistema produttivo provengono tutti i profili utilizzati nella realizzazione del ponte in oggetto.

La sua struttura è costituita da due travi scato-lari laterali e da traverse di unione, controventate, sulle quali è fissato l'impalcato.

L'assemblaggio in cantiere ha riguardato l'intera struttura ad esclusione delle travi scato-lari, che sono state assemblate in stabilimento, dove inoltre è stato eseguito anche un assemblaggio di controllo dell'intero ponte, prima del trasporto. Queste sono realizzate dall'unione di due tipologie di profilo ed irrigidite all'interno con altre due tipologie. Il peso di ogni trave assemblata è di soli 610 kg; ciò ne permette la movimentazione in cantiere senza l'uso di particolari mezzi meccanici ed addirittura a mano. Inoltre, in presenza di eventuali cedimenti fondali o erosione della sponda del fiume, il ponte può essere sollevato e riposizionato, dopo aver ripristinato la struttura di appoggio, senza nessun danno alla struttura stessa, od addirittura potrebbe essere riutilizzato in altra sede.

Proprietà	ASTM	Unità	Valore
Resistenza a trazione	D 638	Mpa	226.9
Resistenza a compressione	D 638	Mpa	226.9
Modulo di elasticità	Sezione piena	GPa	19.2-22.0
Coefficiente di Poisson	D 3039	mm/mm	0,35