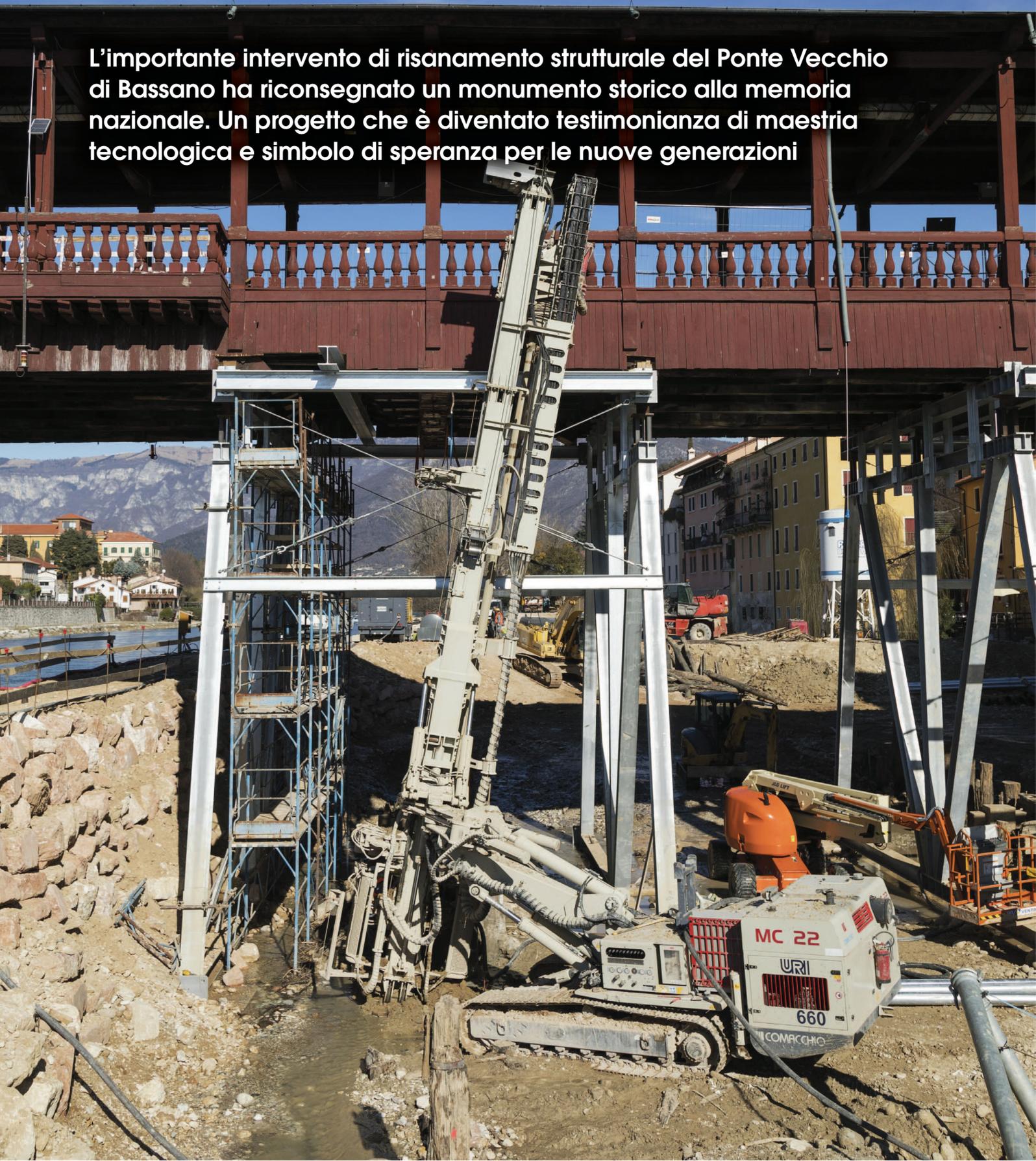


Fondamenta d'avvenire

L'importante intervento di risanamento strutturale del Ponte Vecchio di Bassano ha riconsegnato un monumento storico alla memoria nazionale. Un progetto che è diventato testimonianza di maestria tecnologica e simbolo di speranza per le nuove generazioni



Un intervento che rappresenta la summa tecnologica e la sintesi definitiva di una grande storia italiana nella costruzione di ponti. Riguarda il Ponte Vecchio di Bassano, noto anche come Ponte degli Alpini, uno dei rari esempi nazionali di ponte in legno completamente coperto. Si tratta di un autentico monumento per la cittadina veneta, un simbolo della rinascita italiana dopo i conflitti mondiali che colpirono duramente queste zone nel secolo scorso. La sua recente ristrutturazione ha costituito una sfida ambiziosa e unica, nel campo delle fondazioni speciali per infrastrutture storiche. Una sfida dove imprese, operatori e macchine al lavoro - in particolare la perforatrice MC 22 della gamma Comacchio, impegnata nell'insediamento di micropali con tecnologia a rotopercolazione - hanno costituito un connubio perfetto di maestria, conoscenza e sensibile sapienza di intervento in un contesto ambientale difficile e complesso.

La storia

Costruito a fine del XII secolo per unire le sponde est ed ovest del fiume Brenta, tra Bassano ed Angarano, il ponte fu riprogettato nel 1567-1569 dal celebre Andrea Palladio. Nell'arco dei suoi secoli di storia, è stato più volte distrutto e ricostruito, in parte o totalmente, a seguito delle

improvvisi e rovinose ondate di piena del Brenta (le cosiddette "brentane") e degli eventi bellici che hanno interessato queste zone. Tra i rifacimenti spiccano in particolare quello del 1750-51, progettato e diretto da Bartolomeo Ferracina, e quello del 1819-1821, affidato a Angelo Casarotti, che ne curò la ricostruzione a seguito dell'incendio appiccato dalle truppe napoleoniche in ritirata. Il ponte venne fatto saltare nel 1945, nelle ultime settimane della Seconda Guerra Mondiale, per poi essere ricostruito nel 1948 con l'aiuto, tra gli altri, dell'Associazione Nazionale Alpini, da qui il nome "Ponte degli Alpini". Gravemente danneggiato dall'alluvione del 1966, venne nuovamente ricostruito e continuò ad essere oggetto di molteplici interventi anche negli anni a seguire.

Caratteristiche strutturali

Il ponte presenta una struttura in legno di dimensioni e complessità assolutamente rari: misura 66 m in lunghezza, è largo 8 m sul piano strada ed è suddiviso in cinque campate lunghe circa 13 m ciascuna, sorrette da quattro stilate e da appoggi in muratura alle due estremità est e ovest (rispettivamente in sinistra Brenta - lato Bassano, e in destra idrografica - lato Angarano). Le quattro stilate che sorreggono le campate del ponte sono in parte dotate di fondazioni e in parte direttamente co-

struite da pali infissi nel greto del fiume. Quello attuale non è il ponte ricostruito da Bartolomeo Ferracina a partire dal 1750 ed è riconducibile solo in parte a quello della ricostruzione post-Napoleonica curata da Casarotti: di quel ponte restano tutti i pali delle fondazioni e le tre stilate con relative campate lato Bassano. La quarta stilata, distrutta dall'esplosione del 1945, fu totalmente ricostruita, assieme alle 2 campate lato Angarano. Anche le parti più antiche hanno subito nel tempo innumerevoli interventi di restauro con cospicue sostituzioni di legname. La ricostruzione ottocentesca di Angelo Casarotti aveva apportato una modifica importante nelle fondazioni rispetto agli schemi costruttivi precedenti: Palladio e Ferracina avevano previsto fondazioni di 8 pali infissi nell'alveo, sui quali poggiavano direttamente le colonne dell'impalcato. Casarotti, invece, costruisce fondazioni su 15 pali per stilata, sui quali viene appoggiata una grande trave lunga 9 m e larga 60 cm (detta "soglia"), che sorregge a sua volta le otto colonne a sostengono del piano stradale, svincolando la posizione delle colonne da quella dei pali di fondazioni infissi e facilitando notevolmente l'esecuzione di interventi di riparazione.

In tempi più recenti, i maggiori interventi sono stati quelli eseguiti dopo la grande



alluvione del 1966: tutti i “rostri” (le due parti esterne delle stilate, a forma trapezoidale) con i relativi pali, il rivestimento delle stilate (cosiddette “filagne”), le banchine a filo acqua con i relativi pali di sostegno, le balaustre ed il piano viabile furono completamente ricostruiti. Con i lavori del 1967-69 le fondazioni della stilata lato Angarano furono rinforzate con 3 nuovi elementi di appoggio, che caricavano il peso del ponte su dei nuovi pali laterali in legno appositamente infissi e incapsulati in uno strato di cemento; successivamente (1983) lo stesso intervento di incapsulamento dei pali in legno fu esteso alle altre tre stilate per sopperire al degrado dei pali originali ottocenteschi. Negli anni Novanta un nuovo ingente intervento di straordinaria manutenzione coinvolse sostanzialmente tutte le strutture del ponte; in particolare, per quanto riguarda le fondazioni, su ogni stilata vennero realizzate quattro coppie di nuovi pali di sottofondazione in calcestruzzo armato, di circa 8 m di lunghezza, rivestiti nel tratto superiore in acciaio inox, e rinforzate le soglie.

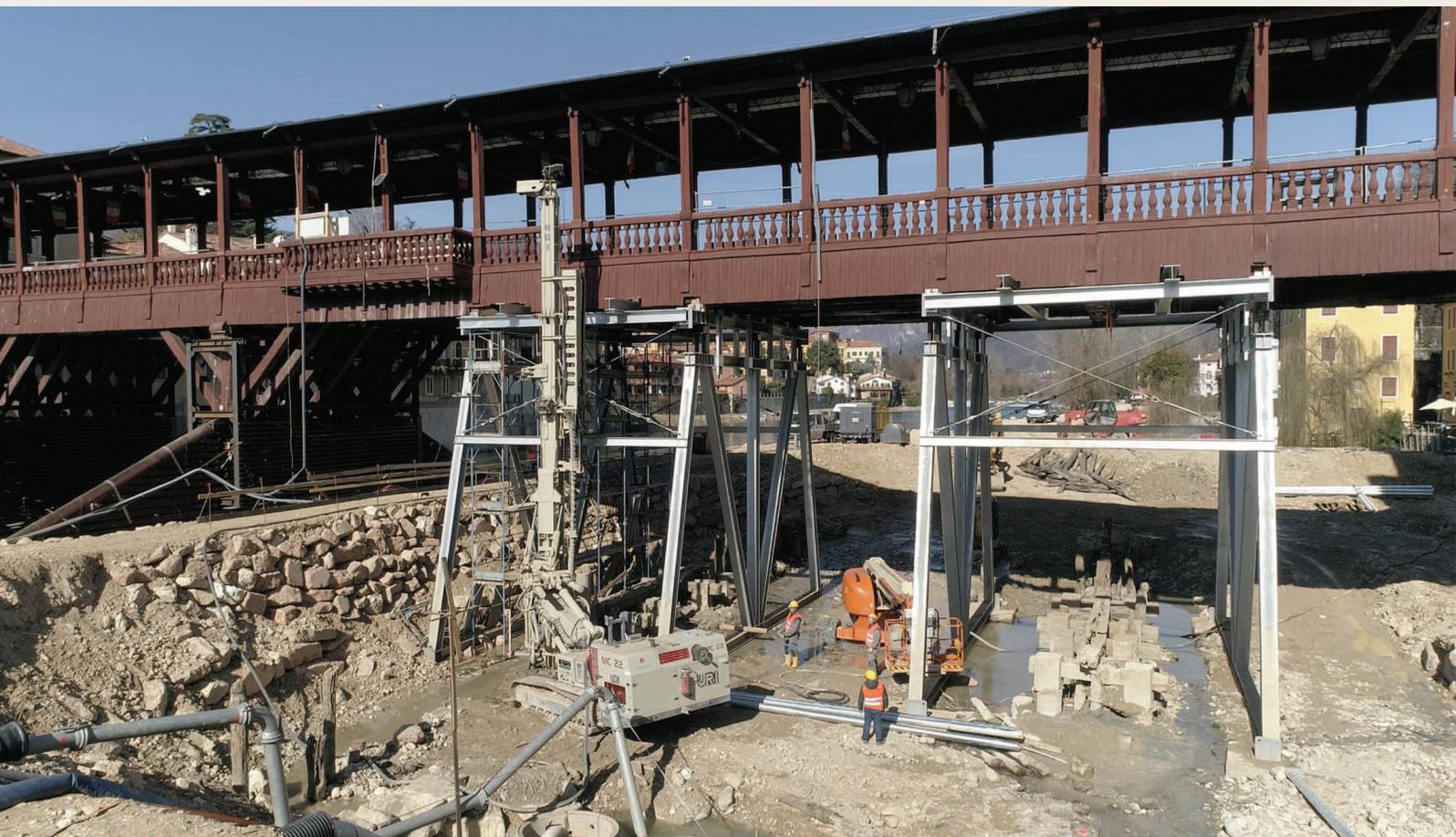
Ciononostante, l'azione orizzontale dovuta alla spinta dell'acqua e il deterioramento delle strutture lignee, hanno portato, negli ultimi decenni, a una situazione di forte degrado, con deformazioni importanti a livello delle fondazioni e delle stilate. A partire dal 2013, i segni di cedimento diventano particolarmente evidenti, con un abbassamento medio delle stilate che nell'estate del 2015 raggiunge i 4-5 centimetri al mese, mettendo a serio rischio la tenuta del ponte. Il cedimento ulteriore di una delle stilate fa sì che nel 2018 il ponte si incurvi fino a formare una vera a propria conca. Urgeva un intervento straordinario di recupero che preservasse il valore storico-artistico del ponte e le sue caratteristiche strutturali, tenendo in dovuta considerazione i fattori ambientali che influenzano in modo determinante il suo funzionamento e la durata.

Il progetto

Per il piano di recupero del Ponte di Basano, sono stati messi a disposizione da enti pubblici e privati fondi ingenti, del valore complessivo di oltre 6 milioni di

euro. L'opera finanziata è parte del Piano strategico “Grandi Progetti Beni culturali”, lanciato dal ministero dei Beni e delle Attività Culturali nel 2015 e rappresenta uno dei più complessi interventi di recupero attualmente in corso in Italia.

Il piano prevede un importante intervento di recupero sulle strutture dell'impalcato e della copertura del ponte, ma soprattutto punta a un sostanziale risanamento degli aspetti strutturali. L'obiettivo è quello di garantire la funzione portante, ma soprattutto di ottenere un complessivo miglioramento del comportamento della struttura, esposta a importanti sollecitazioni. Le opere di consolidamento si concentrano in particolare sulle strutture di fondazione delle stilate, con l'introduzione di alcuni materiali ed elementi innovativi rispetto al passato: anziché prevedere un restauro puramente conservativo basato sull'integrazione o la sostituzione dei pali di fondazione in legno, si è pensato di assorbire completamente il carico delle otto colonne che reggono l'impalcato tramite una nuova struttura reticolare realizzata con profili tubolari in



acciaio inox. La nuova trave in inox, lunga quasi dodici metri e dal peso di circa sette tonnellate, andrà a poggiare su due plinti in cemento appositamente realizzati a monte e a valle di ciascuna stilata e sulle teste dei pali del 1990. Da progetto, le travi di soglia esistenti e i pali lignei sottostanti vengono recuperati e inglobati nella struttura metallica, sebbene sgravati delle loro funzione statica. Per dare ulteriore stabilità alla struttura, su ciascuna stilata viene installato un sistema di tiranti incrociati, anch'essi in acciaio, che permettono di assorbire le azioni orizzontali del vento e della spinta del fiume.

Ulteriori interventi si focalizzano sui pali di rostro: visto il precario stato della loro conservazione, il progetto ha previsto la sostituzione dei pali lignei infissi nel terreno con dei nuovi pali in calcestruzzo armato incamiciati nel tratto superiore con tubo in acciaio inox. La parte emersa dei pali rimane però in legno, così come il rivestimento dei rostri. Per facilitare futuri interventi di manutenzione, l'innesto dei pali in legno viene fatto a livello della banchina. In questo modo, un'eventuale sostituzione non richiederà la messa in asciutto del fiume. È previsto inoltre il ripristino, con alcune modifiche, delle coppie di tiranti in acciaio che collegano i rostri ai quattro pali Benoto (risalenti anche questi alla ricostruzione del 1968-69), ubicati a monte di ciascuna stilata e che hanno il compito di trattenere lo slittamento verso valle del ponte.

La opere di fondazione

Nel novembre del 2018 i lavori per la realizzazione degli interventi di recupero vengono assegnati all'impresa Inco di Pergine Valsugana (TN), attiva soprattutto nel settore delle opere pubbliche di edilizia civile, industriale e stradale. La particolare difficoltà esecutiva del progetto era legata alla necessità di dover operare sul letto del fiume Brenta e di dover mantenere aperto e fruibile il passaggio sul ponte durante l'esecuzione delle opere, il tutto in un contesto di pieno centro storico. Per poter eseguire le opere di consolidamento previste, era necessario innanzitutto mettere in asciutto l'alveo del fiume.

Le condizioni idrauliche hanno suggerito di limitare i periodi operativi del cantiere, suddividendo i lavori nell'arco di due anni, in concomitanza con due finestre in-



vernali: nel periodo compreso tra dicembre e aprile, infatti, il livello dell'acqua scende e rende possibile l'allestimento delle cosiddette "ture", delle opere provvisorie poste nell'alveo a valle del ponte, che permettono di prosciugarlo in corrispondenza delle stilate, formando delle penisole per contenere e rendere accessibile il cantiere.

Il ponte si posiziona in una porzione di pianura alluvionale, caratterizzata dalla presenza predominante di sedimenti ghiaiosi in matrice sabbiosa e livelli sabbiosi superficiali e ghiaie di origine fluvio-glaciale. I sondaggi eseguiti in prossimità delle pile dopo la messa in asciutto dell'alveo hanno evidenziato la presenza di strati di sabbia di varia granulometria. L'esecuzione delle opere di fondazione è stata affidata dalla stessa Inco a un'altra impresa trentina, la Micron di Castel Ivano, specializzata nelle realizzazioni di fondazioni e consolidamenti. Nella prima finestra (da dicembre 2018 ad aprile 2019) gli interventi si sono concentrati sulle stilate della riva est del fiume (stilata 1 e 2). Una delle maggiori sfide poste dal progetto era la realizzazione di opere provvisorie in grado di recuperare la deformazione del ponte, riportando l'impalcato alla quota originaria, e di assorbire e trasferire

adeguatamente il carico gravante sulle stilate nel corso degli interventi di consolidamento delle fondazioni del ponte.

Sebbene il progetto originale prevedesse a tale scopo la realizzazione di una sorta di ponte di Bailey che avrebbe sostenuto la struttura dall'alto, i tecnici Inco hanno proposto una variante che permetteva il sollevamento della struttura dal basso, grazie a un sistema d'appoggio in metallo (cosiddetto "castello di sollevamento") azionato da martinetti idraulici. Dopo aver posizionato la struttura metallica al di sotto del ponte, l'operazione di sollevamento (differenziata per le due stilate) è stata realizzata utilizzando 12 martinetti idraulici "comandati" da una centralina elettronica, in grado di eseguire sollevamenti ben definiti in step successivi di pochi millimetri. Per sostenere i tralicci metallici sui quali appoggiavano i martinetti utilizzati per sollevare e sostenere la parte superiore del ponte alla quota originaria, la squadra di operatori specializzati della Micron ha provveduto all'installazione di una serie micropali del diametro di 250 mm ad una profondità di 8 m.

Grazie ai castelli di sostegno dell'impalcato, le due stilate sottostanti sono state completamente rimosse, consentendo l'esecuzione delle opere di fondazione per

le travi di soglia e l'installazione dei 50 micropali previsti per il consolidamento dei rostri. Queste parti esterne delle stilate avevano di fatto mantenuto nel corso dei secoli lo schema statico originale, basato su dei pali di fondazione in legno che emergono a scalare dal fiume, dando

diretto sostegno alla trave inclinata spartiacque. Questo schema è stato superato con l'inserimento di micropali in calcestruzzo armato incamiciati nel tratto superiore con tubo in acciaio inox.

I micropali, del diametro di 250 mm, con armatura tubolare da 168,3 x 10 mm per

una lunghezza di 8 m sono stati eseguiti con una macchina Comacchio MC 22, utilizzando una tecnologia a rotopercolazione con martello fondo foro. "Abbiamo scelto questa tipologia di macchinario in considerazione della velocità d'esecuzione garantita dalle sue caratteristiche tecniche – spiega Nicola Capasso, titolare e responsabile tecnico della Micron – Un ulteriore vantaggio era dato dall'utilizzo del sistema brevettato da Comacchio per il controllo dello scarico dei detriti. Essendo il cantiere piuttosto ristretto e essendoci sempre più squadre di altre imprese coinvolte nelle altre lavorazioni era fondamentale assicurare l'assenza di riflusso del materiale di spurgo. Ovviamente, dovendo eseguire degli interventi in alveo si è sempre condizionati dal comportamento del fiume. Abbiamo dovuto affrontare delle criticità legate all'innalzamento della falda. La piena dell'autunno 2018 aveva abbassato la quota media del fondo dell'alveo, di conseguenza è stato previsto un aumento della quantità delle fondazioni e un adeguamento delle camicie in acciaio per i pali di rostro e gli appoggi della nuova trave di fondazione. Poi, durante la fase di allestimento del castello, le forti piogge di inizio febbraio 2019 avevano provocato l'allagamento del cantiere. Si è dovuto provvedere allo svuotamento a mezzo idrovore, di conseguenza le operazioni di sollevamento sono state posticipate di un paio di giorni, ma questo non ha pregiudicato la riuscita dell'intervento, che anzi, si è concluso in tempi record, con una sola giornata e mezza di chiusura del passaggio pedonale, con grande soddisfazione di tutti i tecnici coinvolti e della committenza".

Ripristinata la zona delle fondazioni, dal mese di marzo 2019 si è potuto procedere con la posa della nuova trave di soglia e la ricostruzione delle due stilate lignee, in parte recuperando il materiale riutilizzabile, in parte con la nuova fornitura di legno di rovere della Bretagna. Il lavoro di restauro sugli elementi lignei era stato preceduto da un'estesa campagna di indagini eseguita da tecnici specializzati, che ha permesso di determinare la specie legnosa e la classe di resistenza e il grado di umidità per ciascun componente, nonché a mappare l'estensione e la profondità del degrado. Tutti gli elementi lignei ri-





mossi sono stati passati in rassegna dalle maestranze: il progetto prevedeva infatti la totale sostituzione per le parti che risultano di cruciale importanza dal punto di vista strutturale o sono molto esposte alla forza della corrente (come nel caso dei pilastri delle stilate e dei rostri) e sono difficilmente accessibili per futuri interventi di manutenzione o difficilmente ispezionabili. Per quanto riguarda le parti emerse del ponte, invece, l'utilizzo dei nuovi elementi lignei è stato ridotto al minimo, in considerazione dello stato di conservazione delle parti storiche, che sono state recuperate e restaurate, intervenendo comunque con innesti o tamponi di legno. La seconda finestra invernale, dalla fine di dicembre 2019 ad aprile 2020, ha visto la messa in opera della stessa tipologia di interventi, che hanno interessato però le stilate 3 e 4, sul lato della destra Brenta. In questo caso l'intervento è stato meno

complesso, essendo il cedimento dal lato ovest più contenuto. Esattamente come nella fase precedente, si è provveduto prima alla realizzazione delle dighe provvisorie nell'alveo del Brenta a valle del ponte e all'allestimento dei "castelli" di sostegno, per poi passare all'esecuzione delle opere di fondazione e dei micropali previsti per i rostri, con le stesse modalità adatte l'anno precedente sulle stilate 1 e 2. La ricostruzione delle stilate 3 e 4 ha potuto continuare nei mesi scorsi, nonostante l'emergenza coronavirus. La priorità era infatti quella di ripristinare il normale corso del fiume in vista di possibili forti piogge e dell'aumento del livello dell'acqua in primavera. Salvo alcuni giorni di sospensione e con l'adozione di tutte le misure di sicurezza previste per far fronte alla situazione sanitaria, il cantiere non ha dunque subito interruzioni. Il mese di maggio si è chiuso con il completamento

dei lavori in alveo e la rimozione delle ture nel Brenta. Concluse le operazioni nel mezzo del fiume, le opere si concentrano ora sulla sistemazione dell'impalcato, delle balaustre, delle colonne e delle capriate, per passare successivamente alla pavimentazione e all'illuminazione. Lavorando per blocchi, si conta di evitare le chiusure del passaggio pedonale. L'obiettivo è quello di chiudere il cantiere prima dell'estate prossima e restituire alla città il suo "gioiello".

Per i bassanesi, infatti, questo non è tanto un Monumento Nazionale (riconoscimento arrivato proprio durante l'esecuzione del progetto di restauro), quanto piuttosto il ponte "di casa": la gente di cammina, ci corre, ci va in bicicletta per spostarsi da una parte all'altra della città, i bambini lo percorrono per andare a scuola. Una parte integrante di quella "normalità" di cui, oggi, tanto si sente il bisogno. ◆