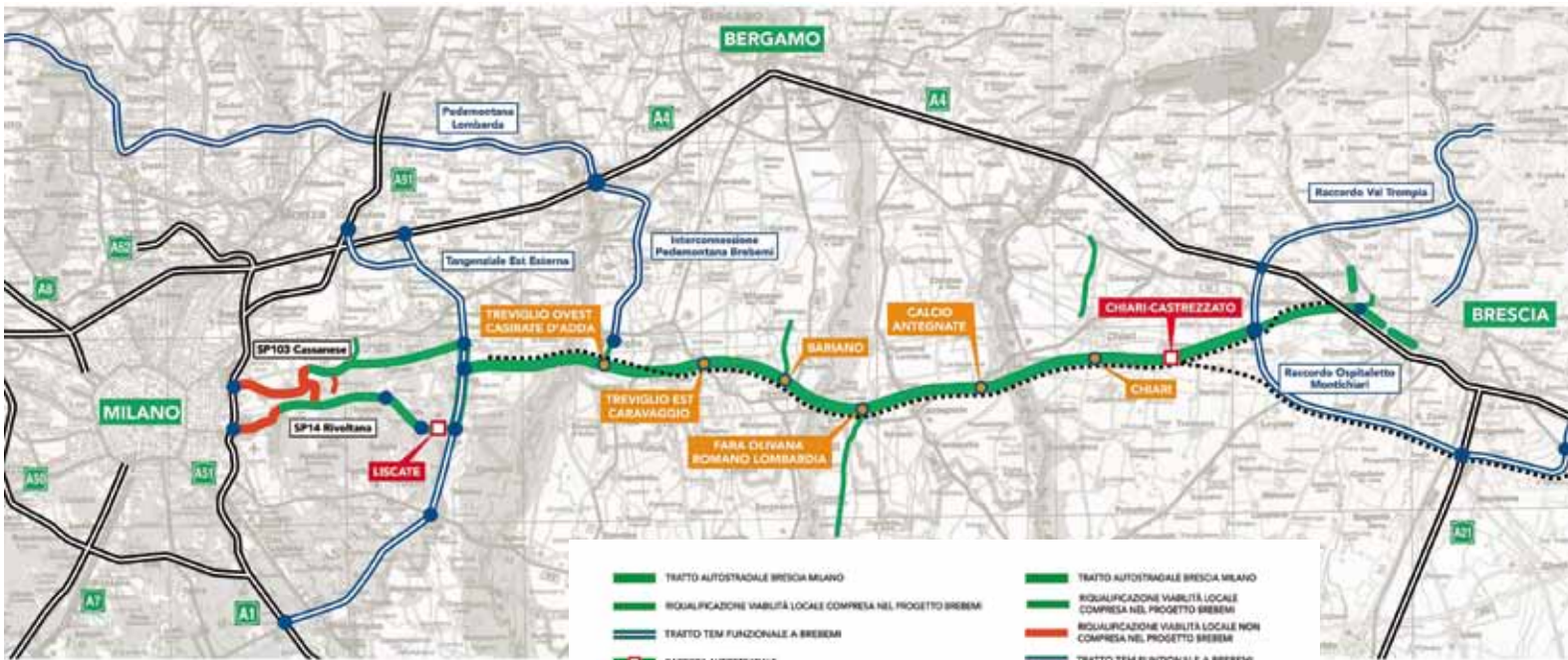


Mobilità lombarda

Diretta dal cantiere Brebemi

FEDERICA DELUCCHI



Il tracciato della nuova autostrada nel contesto della futura mobilità lombarda

Cantieri a pieno regime per una delle opere strategiche della nuova mobilità lombarda, il collegamento autostradale fra Brescia e Milano che il 25 luglio scorso ha festeggiato, con una giornata-evento, i 2 anni dalla posa della prima pietra in cantiere. Alla presenza delle Autorità governative, delle Istituzioni, degli Enti locali e della Stampa, Brebemi ha annunciato di essere a metà della costruzione dell'infrastruttura e dunque di rispettare perfettamente i tempi previsti di costruzione, nonostante "le lungaggini" e la burocrazia che hanno posto alcuni problemi. Gli investitori continuano a sottoscrivere il proprio impegno. Il costo complessivo di 1,6

miliardi di euro è realizzato in completo autofinanziamento senza quindi oneri per i contribuenti e per lo Stato grazie all'applicazione del Project Financing (l'investimento verrà ripagato coi ricavi dei pedaggi). Arriva inoltre il 3 di agosto dal Cipe il via libera al Progetto Definitivo di Tangenziale Est Esterna di Milano e al relativo Piano Economico Finanziario. Le delibere dovranno ora essere registrate alla Corte dei Conti e pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale, mentre già si prevede l'apertura

Cantieri a pieno regime, tempistiche rispettate, fine lavori nell'estate 2013. Costo complessivo 1,6 miliardi di euro. In esclusiva un sopralluogo tecnico sui cantieri e la visita ai tre viadotti principali, Adda, Oglio e Serio



L'ingegner Andrea Pagano di Pegaso Ingegneria, Direttore dei Lavori

dei nuovi cantieri entro fine anno con priorità al cosiddetto "arco Teem" in modo da garantire l'interconnessione di Brebemi con la città di Milano già dal 2013 quando Brebemi chiuderà i propri cantieri. Questo era l'ultimo nodo da sciogliere per garantire l'effettiva connessione della nuova arteria autostradale con Milano.

«Siamo in un periodo di crescita, in piena produzione, e il ritmo accelera ogni giorno» ci conferma il Direttore dei Lavori ing. Andrea Pagano di Pegaso Ingegneria. In cantiere vi sono complessivamente circa 2000 persone (mesi maggio e giugno), con una presenza media di 15 giorni. La percentuale complessiva di avanzamento fisico dei lavori in esecuzione diretta (escluse le riqualificazioni delle provinciali) si attesta intorno al 20%. L'intero cantiere, di oltre 60 km di lunghezza, può facilmente essere visitato virtualmente grazie ad un'iniziativa realizzata dal General Contractor: percorrere l'intero tracciato della nuova arteria, da Brescia a Pioltello a "volo d'uccello", o meglio di elicottero, per sorvegliare e presentare lo stato di avanzamento dei lavori attraverso un dvd. Le riprese vengono ripetute a distanza di alcuni mesi e offrono alla DL, al Committente e a quanti interessati una documentazione eccezionalmente chiara e precisa dello stato dell'arte dei lavori e del loro celere progredire. In linea con la chiarezza e trasparenza con cui la Società di Progetto ed il Contraente Generale hanno voluto sin dall'inizio, e continuano oggi, a condurre i lavori e i rapporti con l'esterno.

A volo d'uccello

Dal "volo", ci fa osservare il Direttore dei Lavori mentre il filmato scorre, si vedono i mezzi impegnati nella costruzione; sono particolarmente evidenti i vari cantieri, le discontinuità esistenti a causa di operazioni di bonifica di ordigni bellici, di sopralluoghi e studi da parte della Soprintendenza per significativi ritrovamenti archeologici, o per pratiche di risarcimento di espropri ancora in corso. Osserviamo il foro tondo corrispondente al ritrovamento dei pozzi romani, si vede il punto di scavalco della ferrovia, le pile dei viadotti in costruzione. Raggiunto "in volo" il campo presso Treviglio, possiamo vedere l'organizzazione degli alloggi del personale, con la mensa, i locali per lo svago destinati alle maestranze e ai collaboratori che hanno bisogno di dormire fuori sede. Andando un poco più avanti, quasi arrivati a Cassano, qui si vedono le strisciate di sterro cauto per le preesistenze archeologiche e si vede anche il luogo del ritrovamento di un ordigno bellico di 500 Kg già bonificato. Si vedono i rilevati, le trincee e i viadotti nelle rispettive fasi di costruzione. Abbiamo così sorvolato anche i tre viadotti principali sui tre fiumi che sono stati oggetto di un sopralluogo tecnico alla data di luglio 2011 e nel seguito descritti.

L'obiettivo che è stato perseguito dall'organizzazione dei lavori e dei cantieri, ci spiega l'ing. Pagano, è quello di dare priorità a quelle opere che creano disconnessione nel cantiere, con l'obiettivo primario di dare continuità alla pista di cantiere per agevolare il traffico dei mezzi pesanti sottraendoli alla viabilità ordinaria sulla pista di cantiere, con sollievo della comunità locale e soprattutto con maggiore libertà e velocità di movimento per la logistica di cantiere.

Vi sono infatti problematiche logistiche oggettive, come l'articolazione della produzione degli elementi prefabbricati dei viadotti principali in due stabilimenti, uno per il fiume Adda, l'altro molto vicino al fiume Serio, ma che deve servire anche la costruzione del viadotto sull'Oglio. I conchi dell'impalcato sono naturalmente

trasporti eccezionali e doverli effettuare solo di notte rappresentava una importante penalizzazione dell'attività. La libera circolazione dei mezzi pesanti sulle piste interne al cantiere facilita quindi il lavoro. A meno di alcuni semplici attraversamenti della viabilità secondaria esistente, i mezzi speciali circolano interamente all'interno delle aree protette.

Lo stesso documento ci dà un'idea della complessità di un'altra tematica importante nell'economia dei cantieri di costruzione di importanti arterie infrastrutturali: il tema delle interferenze: interferenze ve ne sono tantissime, alcune impongono vincoli forti che possono costituire i cosiddetti "percorsi critici" del cronopro-

Brebemi in breve

- **Opera:** collegamento Autostradale di connessione fra le città di Brescia e Milano
- **Concedente:** CAL Concessioni Autostradali Lombarde
- **Concessionario:** Società di Progetto Brebemi SpA
- **Contraente generale:** Consorzio BBM (Impresa Pizzarotti SpA; CCC/Unieco)
- **Enti interessati:** 5 Province; 43 Comuni; 5 Parchi
- **Importo Totale di Progetto:** euro 1.611.300.247
- **Lunghezza complessiva asse autostradale:** 64,1 km
- **4 Viadotti principali:** Oglio (690 m), Serio (930 m), Adda (1260 m), Muzza (96 m)
- **2 gallerie artificiali principali:** Galleria artificiale di Treviglio (465 m) e Galleria Interconnessione Treviglio Est (160 m)
- **2 barriere di esazione:** Castrezzato; Liscate
- **6 caselli:** Chiari; calcio-Antegnate; Fara Olivana-Romano di Lombardia; Bariano; Caravaggio-Treviglio Est; Treviglio Ovest- Casirate d'Adda
- **4 aree di servizio:** Chiari Nord/Sud e Caravaggio Nord/Sud
- **1 centro di manutenzione:** Fara Olivana
- **52 km di rilevato**
- **6 km di trincea**
- **17,5 km viabilità di interconnessione**
- **17,1 km viabilità compensativa**

gramma.

Per esempio gli ossigenodotti che servono gli ospedali, ed i gasdotti stessi hanno obblighi vincolanti di erogazione dei servizi, e procedure complesse per organizzare bypass, per cui si può intervenire solo in determinati momenti che devono essere attentamente programmati. Così, dopo questo primo volo esplorativo arriviamo nel comune di Pioltello dove la nuova arteria si ferma. Nel primo autunno inizieranno i lavori di riqualificazione delle strade provinciali Cassanese e Rivoltana, opere comprese nell'appalto, ma affidate a terzi e attualmente in fase finale di gara. Di poche settimane fa infine la notizia tanto attesa dell'approvazione da parte del Cipe del piano di finan-

ziamento della Teem che dunque potrà a breve aprire i cantieri e garantire l'interconnessione di Brebemi con Milano.

Sopralluogo in cantiere

Il Direttore dei Lavori, l'Ing. Andrea Pagano di Pegaso Ingegneria ci accompagna in cantiere per un sopralluogo per conoscere lo stato di avanzamento dei lavori sulle opere d'arte più significative del progetto: i tre viadotti di scavalco dei principali fiumi, Adda, Oglio e Serio (vi è un quarto viadotto che attraversa il canale della Muzza) e della galleria artificiale di Treviglio.

I cantieri dei viadotti principali sono tutti

e tre contemporaneamente aperti, così come il cantiere per la realizzazione della galleria artificiale di Treviglio destinata a sottopassare la futura ferrovia AV. Si lavora attualmente alla massima velocità possibile per questo momento.

I tre viadotti sono progettati in modo da avere tutti la stessa tipologia costruttiva, il medesimo profilo e utilizzare conci sostanzialmente identici, che dunque possono essere realizzati nello stesso impianto di prefabbricazione. Vi sono due impianti di produzione che servono i tre cantieri: l'impianto di Cassano d'Adda realizza conci per il vicino viadotto Adda, il maggiore dei tre; l'impianto di Fara Olivana serve contemporaneamente i due cantieri dell'Oglio e del Serio. Naturalmente, sebbene sostanzialmente identici, ciascun concio di ciascun viadotto è identificato per posizione e numero e viene realizzato appositamente per quella posizione in modo da ridurre al minimo l'approssimazione ed ottenere un perfetto accoppiamento in opera. In particolare per facilitare l'aderenza fra i conci, che sarà garantita dalla resina a presa rapida, ciascun concio realizzato funge da cassaforma di chiusura per il successivo adiacente, in modo che le due facce combacino perfettamente. La logistica dello stoccaggio a maturazione in campo prima e in cantiere di destinazione successivamente sono dunque studiate con logica pensando alla movimentazione definitiva di ogni singolo pezzo verso il carro di varo. Come abbiamo detto i conci sono uguali, così come la struttura dei tre ponti, costruiti con stampelle. Ciò che varia è il numero delle campate standard e naturalmente la campata centrale di scavalco che avrà nei tre casi dimensioni differenti. Le campate di riva hanno una luce di 45 metri (da riva alla prima pila); le campate in golena, quelle che possiamo definire "standard", hanno luce da 60 metri, mentre quelle di scavalco sono differenti per i tre casi: per il Serio la campata centrale ha luce di 60 metri e dunque torna ad essere una campata standard; sull'Oglio e sull'Adda abbiamo in entrambi i casi campate di scavalco di 90 m precedute da due adiacenti di 75 ciascuna.

Avanzamento fisico macrocantieri – 31 luglio 2011

L'avanzamento fisico dei lavori al lordo al 31 luglio 2011 sulle Opere in Esecuzione suddivise in 4 Macrocantieri è di 182 Mln di euro corrispondente al 20% sul totale lavori in esecuzione diretta (921,6 Mln euro) e al 14% sul totale lavori (1.321,9 Mln euro).

C1- Macrocantiere Urago d'Oglio

Dallo svincolo con SP 19 al fiume Oglio (pk 0+000 a pk 14+682)

Avanzamento: 38 di 250 Mln euro

15,20% del totale Cantiere 1

2,87% del totale lavori

C2- Macrocantiere Fara Olivana

Dal fiume Oglio alla galleria di Treviglio esclusa (da pk 14+682 a pk 34+800)

Avanzamento: 87 di 345 Mln euro

25,20% del totale Cantiere 2

6,60% del totale lavori

C3 – Macrocantiere Cassano d'Adda

Dalla galleria di Treviglio alla interconnessione TEM (da pk 34+800 a pk 48+557)

Avanzamento 57,4 di 327 Mln euro

17,55% del totale cantiere 3

4,3% del totale lavori

C4 – cantiere 4 – opere in affidamento a terzi

Bando 1-2 (pubblicato su portale Ue il 12 maggio 2011)

Lotto 0A: raccordo fra SP 19 e Tangenziale Sud di Brescia

Lotto 0B: riqualificazione di una tratta Tangenziale Sud di Brescia

Lotto 0C: riqualificazione di un tratto della ex SS 510 in provincia Milano

Lotto 0D: variante ex SS 11 e Mandolossa in provincia di Milano

Lotto 0G: collegamento del casello di Romano di L. con Cambiano

Lotto 0H: variante alla ex SS 591 dal casello di Bariano alla SP 129

Lotto 0I: collegamento dal casello di Casirate alla ex SS 11

Bando 3-4 (aggiudicazione provvisoria del maggio 2011)

Lotto 0L: riqualificazione della SP 103 Cassanese in provincia di Milano

Lotto 0M: riqualificazione della SP Rivoltana in provincia di Milano

Lotto 0N: Variante di Liscate in provincia di Milano

Procedura di varo dei conci dei viadotti

Dapprima viene realizzata la campata di riva da 45 metri con il relativo rilevato di appoggio per raggiungere la prima pila. Successivamente si costruiscono una dopo l'altra le stampelle, partendo ogni volta dalla prima pila libera. Il montaggio avviene simmetricamente, aggiungendo a sbalzo da entrambe le parti, un concio per parte, rigorosamente uno in avanti e uno indietro perché la struttura statica in fase di montaggio risulti sempre in equilibrio. Ogni coppia di conci simmetrici rispetto all'asse della pila viene resa solidale coi precedenti e assicurata mediante barre filettate tipo Dywidag.

Questi cavi di prima tesatura sono posizionati nella parte sommitale dei conci, in modo da costruire una struttura statica a stampella, con strutture "appese" sempre più aggettanti dalle due parti, fino a raggiungere la metà della luce di progetto. La stampella così progressivamente costruita non appoggia ancora sulla pila così come a struttura ultimata, ma appoggia su martinetti idraulici che allargano la base d'appoggio disponibile e compensano i movimenti impressi dalle operazioni di tesatura ripetute e successive. Ogni nuova

stampella realizzata in asse della pila presenta dunque uno sbalzo che aggetta nel caso standard 30 m per parte, nel caso dello scavalco raggiunge i 45 m. L'aggetto verso riva, o indietro, si va a congiungere con la struttura già realizzata attraverso il getto in opera del concio in chiave, di dimensioni differenti da quelle dei moduli prefabbricati. Tuttavia perché la struttura sia perfettamente bilanciata è necessario che siano già pronti anche i 30 m in avanti. Questi rimarranno a sbalzo sull'acqua fino al completamento della successiva stampella e alla realizzazione del successivo getto in chiave di congiunzione definitiva fra stampelle contigue.

I cavi o trefoli di precompressione vengono tesati in fasi successive, in diversi momenti. Quelli superiori vengono tesati man mano che si posizionano coppie di conci gemelli, simmetrici rispetto al testa pila e dunque a cavallo dell'appoggio. Si tratta ogni volta di 4 serie di cavi, ognuno dei quali è formato da una serie di trefoli di acciaio.

I cavi che si trovano nella parte bassa della trave, nella soletta inferiore del cassone, possono essere tesati solo dopo aver gettato il concio di chiusura in chiave. Essi attraversano infatti il centro della campata, assicurando coppie di conci gemelli, ma di stampelle diverse.

Viadotto Adda

Il viadotto Adda è la maggiore delle opere d'arte del progetto dell'intera autostrada; raggiungerà i 1260 m di lunghezza. Il montaggio del viadotto sull'Adda, in carico



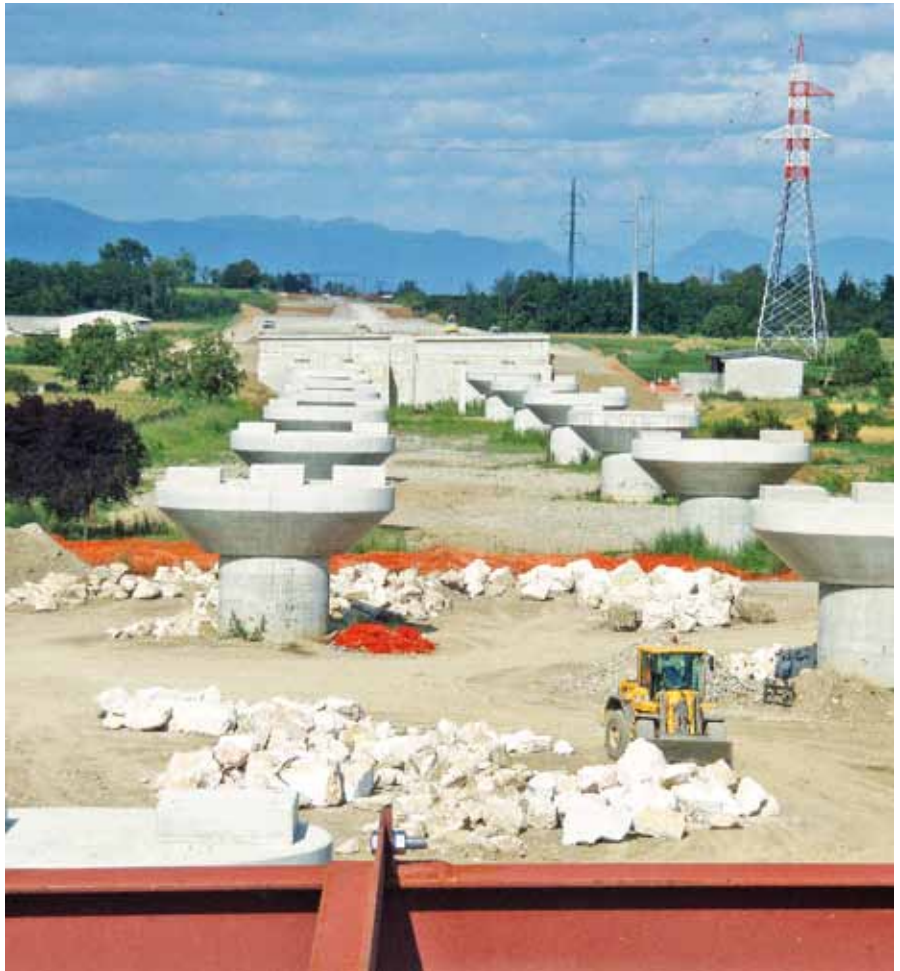
all'impresa ATC, è ancora in golenata, dunque è pronta la campata di riva da 45 metri, dall'appoggio alla prima pila ed è pronta anche la prima campata da 60 metri, cioè la seconda stampella che aggetta 30 m da una parte e 30 m dall'altra. I 30 m verso riva sono dunque pronti per realizzare proprio in questi giorni il getto in chiave. In chiave viene gettato in opera un concio di chiusura di dimensioni inferiori a quelle del modulo di impalcato previsto dal progetto. Il cassero inferiore viene appeso direttamente alla soletta dell'impalcato; viene posizionato il ferro, inserendo i tubi di collegamento fra i conci, per poi montare il cassero interno e procedere al getto finale. Il getto in opera consente di compensare la mi-



Veduta generale del viadotto Adda in costruzione, con il carro di varo. La seconda stampella è terminata e il cantiere è pronto per il getto in chiave

Le pile pronte per la costruzione delle stampelle

La stampella vista da sotto e particolare della stessa. Lo spazio che resta, in chiave è minore di un modulo e verrà coperto con getto in opera



L'ultimo concio della seconda stampella

La seconda stampella in fase di costruzione



nima tolleranza che può essere dovuta alle operazioni di montaggio.

A getto ultimato è possibile procedere alla tesatura dei cavi posizionati nella trave inferiore del cassone.

Viadotto Oglio

Quello sull'Oglio è il viadotto attualmente in fase di costruzione più avanzata. Sarà lungo 690 m. Viene servito dall'impianto di prefabbricazione di Fara Olivana.

La costruzione del viadotto è iniziata dal lato Milano. In questo caso il fiume è molto vicino alla sponda e attualmente la costruzione è già arrivata all'acqua.

La società Spic ha in carico la costruzione. Eseguita la prima campata da 45 m fra appoggio e spalla il progetto prevede una campata da 60 m e subito a seguire, oggi in fase di completamento, una campata da 75 m, quella che precede la maggiore di scavalco, da 90 m, in corso di montaggio.

Ciò significa che sulla prima pila è stata costruita una stampella di 45+30 m, sulla seconda pila una stampella di 30+30 m e sulle pile 3 e 4, stampelle da 45+45 m, per tornare ai 30+30 m della quinta pila. L'asimmetria nella costruzione della campata di riva pone qualche problematica di equilibrio in corso d'opera, per cui sono

Veduta generale del cantiere Viadotto Oglio



Viadotto Oglio: le pile pronte per lo scavalco del fiume



Il carro di varo dalla sommità dell'impalcato





Il cosiddetto "elefante" che trasla i conci in arrivo in cantiere fino al carro di varo

Cavi superiori di tesatura di conci gemelli a cavallo della pila. La tesatura definitiva è già avvenuta e i trefoli tagliati



Viadotto Oglio, interno dell'impalcato in costruzione



necessari appoggi provvisori su martinetti idraulici per sostenere lo sbalzo non compensato a causa dell'asimmetria della stampella, come detto più lunga sul lato verso la spalla.

Viadotto Serio

L'ultimo in ordine di tempo per quanto riguarda l'avvio della costruzione, il viadotto sul fiume Serio, 930 m di lunghezza, si presenta oggi in fase propedeutica al montaggio vero e proprio dei conci.

I conci sono tuttavia già stati prodotti e stoccati a maturazione. L'impianto di prefabbricazione di Fara Olivana fornisce questo cantiere oltre a quello dell'Oglio. Una volta terminate le pile, la velocità di realizzazione di questo viadotto è legata all'effettiva possibilità di spostare uno dei due carri di varo dagli altri viadotti in costruzione.

Sono attualmente in fase di realizzazione le pile, a cura della società Spic già attiva sul cantiere dell'Oglio. Una soluzione tecnicamente possibile che potrebbe essere presa eventualmente in considerazione è quella di montare alcune campate del viadotto Oglio facendo uso di attrezza-



Viadotto Serio: le pile in fase di costruzione



ture diverse dal carro di varo normalmente impiegato in modo tale da svincolare l'attrezzatura di varo stessa il prima possibile e spostarla su questo viadotto. Le campate in golena, ovvero quelle facilmente raggiungibili da terra, potrebbero infatti essere montate con un'apparecchiatura più semplice a sostituzione del carro di varo. Si tratta di apposite gru di sollevamento in grado di posizionare il concio e sostenerlo fintanto che risulti solidale con gli altri, più precisamente il tempo di presa delle resine che agevolano la perfetta adesione di un concio al precedente sommato al tempo necessario per imprimere la prima tesatura dei trefoli, che rende autoportante la struttura.

Ciò naturalmente non sarebbe possibile nel greto del fiume ove occorre necessariamente sostenere il concio dall'alto così come lavora il carro di varo tradizionale. ■

