

# Tutto regolare, è gioco di "spalla"



**Siamo andati a Roma, nel cantiere della Icotekne, dove i Tubi Spalla (Stop End Elements) realizzati da SIP&T sono attualmente protagonisti nel progetto della costruzione del nuovo parcheggio adiacente la Metro Linea B1 - Annibaliano. La loro progettazione innovativa nella forma e nei materiali utilizzati - unitamente alla fornitura di un adeguato Hydraulic Power Pack - ha consentito di risolvere vecchie problematiche ricorrenti in scenari di questo genere**

**L**a Linea B1 della metropolitana è la diramazione da piazza Bologna al Grande Raccordo Anulare dell'esistente Linea B (Laurentina-Rebibbia): i passeggeri della Linea B1 provenienti da nord potranno raggiungere direttamente l'Eur senza cambio di treno, mentre quelli della Linea B provenienti da sud potranno scegliere se prendere un convoglio diretto a Rebibbia o il successivo diretto sulla diramazione B1. Il tracciato della linea in costruzione si sviluppa per una lunghezza di circa 5 km interamente in sotterraneo e prevede quattro nuove stazioni: Annibaliano, Libia/Gondar, Conca d'Oro e Jonio. La Linea avrà una capacità di trasporto di 24.000 persone/ora per senso di marcia. Il valore complessivo dell'investimento per l'intera tratta Bologna-Jonio è di circa 733 milioni di euro. Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ai sensi della L.211/92 ("Interventi

nel settore dei sistemi di trasporto rapido di massa") e s.m.i., ha messo a disposizione - per la tratta Bologna-Conca d'Oro - 240 milioni di euro; il resto del finanziamento è a carico del Comune di Roma. Al fine di determinare la piena funzionalità dell'intera Linea saranno realizzati parcheggi di scambio in corrispondenza delle stazioni Annibaliano, Conca d'Oro e Jonio. È previsto inoltre un futuro nodo di scambio tra il trasporto su gomma e la metropolitana a Conca d'Oro e un ponte ciclopedonale sull'Aniene, tra il prato delle Valli e il quartiere di via Val d'Ossola. Questo, in breve, l'oggetto dei lavori in cui si sta rendendo protagonista la Icotekne, impresa attiva nel settore delle costruzioni stradali, delle fondazioni e delle opere speciali. Oggi l'azienda è in grado di fornire una serie completa di lavori specialistici in molteplici settori: ponti, viadotti, sottopassi, esecuzioni di pali, diaframmi,

micropali, tiranti, colonne consolidate, palancole e lavori marittimi, in qualsiasi tipo di terreno e struttura, in Italia e in campo internazionale.

## **Il parcheggio Annibaliano**

Il parcheggio in esame si sviluppa in adiacenza alla stazione Annibaliano della linea metropolitana B1 di Roma. L'opera in esame è costituita, dal punto di vista strutturale, da una costruzione in cemento armato che si sviluppa su tre livelli interrati, delimitata sul lato est dal corpo della stazione Annibaliano e sugli altri tre lati da paratie di diaframmi in c.a. di spessore 80 cm e lunghezza complessiva di circa 21 m. Il progetto prevede una capacità di parcheggio pari a 255 posti, distribuiti al 1° livello (82 posti), al 2° livello (88 posti) e al 3° livello (85 posti), di cui 10 sono riservati a portatori di handicap.

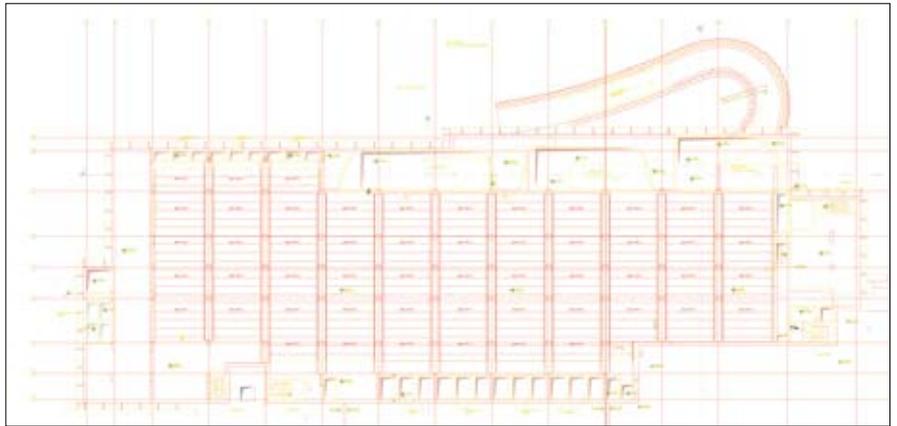
La circolazione all'interno dei piani avvie-

ne a senso unico di marcia; gli stalli sono disposti a pettine e misurano un minimo di 2,5 x 4,5 m, mentre gli stalli destinati alle utenze speciali (diversamente abili e famiglie) misurano un minimo di 3,2 x 4,5 m. Gli orizzontamenti presentano le seguenti quote: solaio di copertura con estradosso a q.ta +29 m s.l.m.; 1° livello intermedio con estradosso a q.ta +25,7 m s.l.m.; 2° livello intermedio con estradosso a q.ta +22,6 m s.l.m.; solettone di fondo con estradosso a q.ta +19,5 m s.l.m.

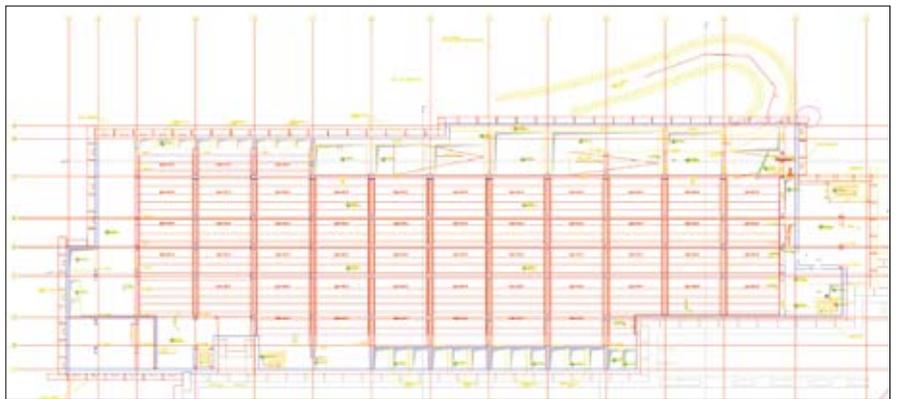
La copertura del parcheggio si trova a quota 29 m s.l.m e presenta un ricoprimento in terreno di riporto che va dai 50 cm a circa 2 m. La zona centrale è realizzata con solai prefabbricati (Spirol Alveolari) dello spessore di 52 cm (40 cm di solaio + 12 cm di soletta collaborante superiore). Questi solai poggiano in direzione longitudinale alla stazione su travi prefabbricate a "T" rovesce (sezione 140 x 97 cm) poste a interasse di 8 m. Le travi a loro volta poggiano su pilastri prefabbricati (sezione 70 x 70 cm). Le zone esterne del parcheggio sono realizzate in solai gettati in opera costituiti da solette piene di spessore 52 cm.

I solai dei primi due livelli interrati di parcheggio sono costituiti, per la maggior parte, da solette in c.a. prefabbricate di tipo Spirol di spessore 37 cm e si trovano rispettivamente a q.ta 25,7 e 22,6 m s.l.m. Essi poggiano internamente al parcheggio su una maglia di pilastri e travi in c.a (sezione 110 x 62 cm) prefabbricati, mentre sul perimetro trovano appoggio sulle controfondere di rivestimento dei pannelli di paratia e su travi e pilastri in opera.

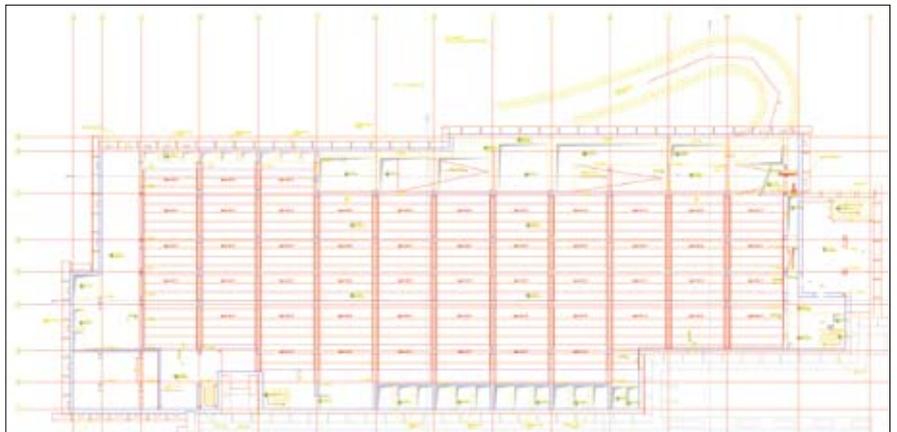
A q.ta 25,7 m s.l.m., in prima fase, viene realizzato un puntone provvisorio con puntelli metallici disposti trasversalmente al parcheggio. Questi sono collegati su un lato a una trave di ripartizione in acciaio collegata ai diaframmi del parcheggio stesso e sull'altro ai diaframmi della stazione. A questo livello, per realizzare un contrasto ai pannelli di paratie anche in senso trasversale, per le testate Nord e Sud, sono realizzati due porzioni di solai in prima fase appoggiati su colonne HEB240, che verranno successivamente inglobate in pilastri in c.a.



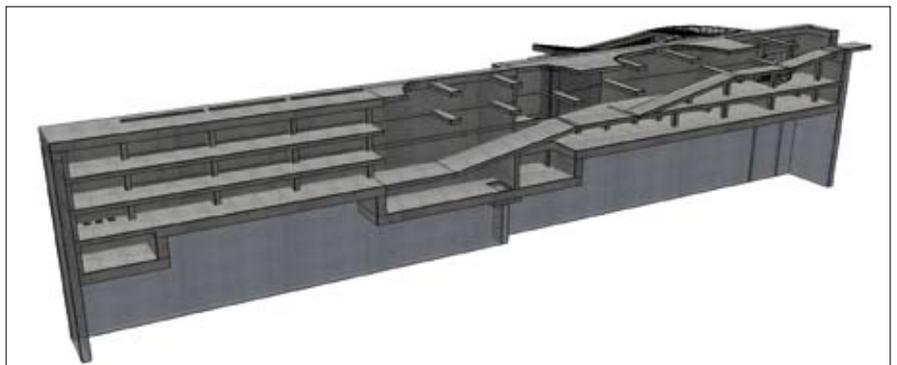
Carpenteria copertura q.ta 29 m s.l.m.



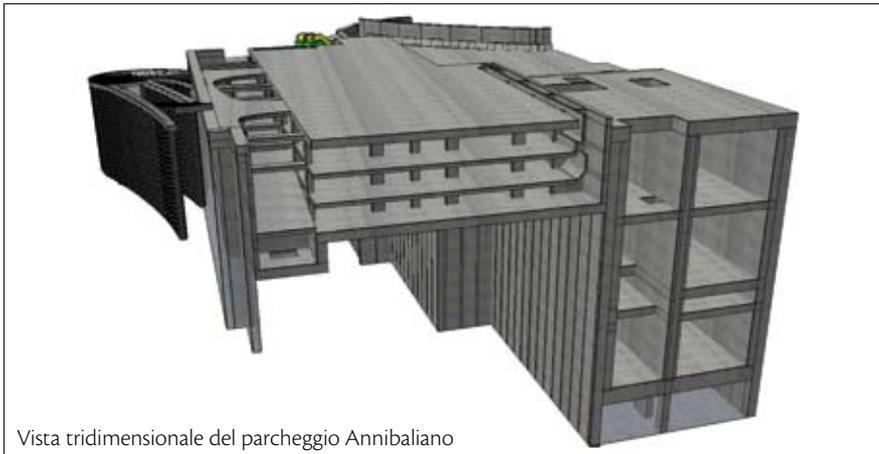
Carpenteria primo livello interrato q.ta 25,7 m s.l.m.



Carpenteria secondo livello interrato q.ta 22,6 m s.l.m.



Sezione del parcheggio Annibaliano



Vista tridimensionale del parcheggio Annibaliano

La fondazione è costituita da un solettone in c.a. di 1 m di spessore e si trova a q.ta 19,5 m s.l.m. In prossimità dei locali di accumulo dell'acqua il solettone di fondo presenta un ribassamento fino a q.ta 16,85 m s.l.m.

L'accesso al parcheggio avviene direttamente al secondo livello interrato mediante una rampa di accesso di larghezza 3,2 m che, partendo da via Spalato, si sviluppa prima a cielo aperto e poi prosegue all'interno di un tunnel che porta direttamente al secondo livello interrato del parcheggio, mediante un raccordo circolare di 6,62 m di raggio in asse corsia. Per la realizzazione della rampa è prevista la costruzione di due paratie di pali da Ø 800 passo 1 m con piede a q.ta 15,75 m s.l.m., che consentono l'esecuzione di uno sbancamento per la costruzione dello scatolare che contiene la rampa. Dal parcheggio è previsto un collegamento alla stazione mediante uno scatolare in c.a. di luce interna

da 2,15 m per un'altezza di 3 m realizzato in opera con pareti e solette da 40 cm. Per la realizzazione di tale scatolare e della sovrastante discenderia, che da C.so Trieste fornisce accesso alla stazione a livello del

la P.zza Ipogea, è previsto uno scavo fino a q.ta 17 m s.l.m. delimitato dalle paratie della stazione e da paratie di diaframmi di spessore 80 cm uguali a quelli che delimitano l'area di parcheggio.

La struttura sarà completamente impermeabilizzata nei confronti dell'acqua di falda e dell'acqua di percolazione della copertura. L'uscita dalla stazione, su C.so Trieste, avviene attraverso una rampa singola, larga 3,5 m, realizzata in soletta in c.a. posta lungo il lato ovest della struttura che poggia su travi in c.a. realizzate in opera.

### Restyling del tubo spalla

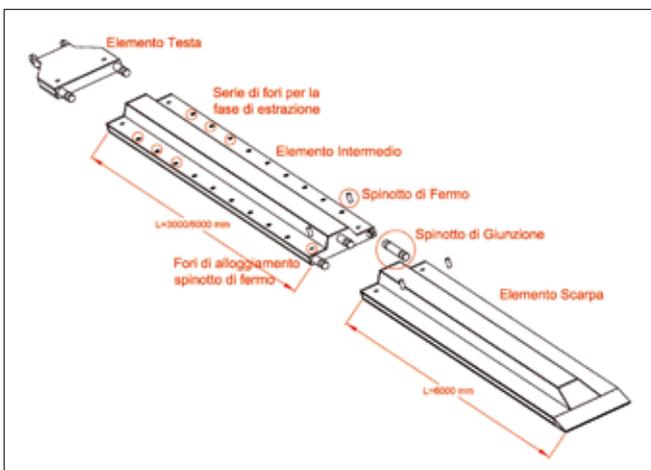
Una delle tecnologie applicate per l'esecuzione dei lavori è quella della realizzazione di diaframmi a una profondità di 27 m, aventi schemi verticali di spesso-



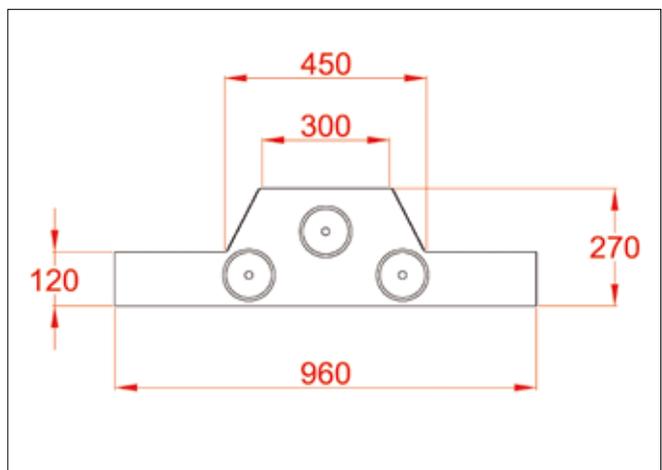
Tubi spalla infissi nel terreno



Un momento della fase di estrazione idraulica



Assieme dei vari elementi costituenti la colonna tubi spalla



Sezione del tubo spalla (si notano i tre fori per l'accoppiamento)



Inserimento degli spinotti per la fase di estrazione

re pari a 1.000 mm, cioè ridotto rispetto allo sviluppo in profondità. Il loro obiettivo è stato triplice: di sostegno per gli scavi verticali, impermeabilizzazione ed elementi portanti profondi in sostituzione dei pali.

*“Grazie alla preziose informazioni forniteci dalle maestranze della Icotekne, frutto della loro lunga esperienza nel settore – afferma l’ingegner Enrico De Caro, del Research and Development Department di SIP&T – abbiamo realizzato un ibrido tra una palancola e un tubo spalla. L’obiettivo raggiunto è stato quello di avere elementi molto robusti ma allo stesso tempo leggeri, al fine di poterli estrarre facilmente dal diaframma dopo l’inizio della presa del calcestruzzo”.*

L’impiego dei tubi spalla nella realizzazione dei settori di diaframma garantisce giunzioni a tenuta perfetta tra una sezione e l’altra. Le “spalle” contengono lateralmente il calcestruzzo e creano alle estremità laterali del getto un profilo particolare, che offre un’elevata tenuta contro le infiltrazioni d’acqua. Gli elementi vengono accoppiati tra loro mediante assi in acciaio speciale; inoltre, specifici O-ring (se richiesti dal progetto) disposti nei punti di giunzione dei tubi spalla assicurano la tenuta ottimale tra i settori di diaframma. La “spalla” è costruita in lamiera saldata (il suo particolare profilo è ottenuto grazie a un processo di pressopiegatura); una struttura interna di rinforzo ne aumenta la robustezza, evitando il rischio di possibili deformazioni. Essi sono facilmente giuntabili tra loro tramite assi in acciaio speciale accessibili da apposite finestre laterali o frontali. Gli elementi che costituiscono

## Centralina idraulica HPP50

Motore endotermico	Perkins Power Pack
Potenza installata	38 kW @ 3.000 giri/min
Massima pressione di lavoro	320 bar
Massima portata idraulica	~ 58 l/min
Sezioni di lavoro (uscite)	2
Capacità serbatoio gasolio	90 l
Capacità serbatoio olio idraulico	220 l
Scambiatore aria-olio	Si
Ingombro (l x h x p)	2.310 mm x 1.190 mm x 1.050 mm
Peso (serbatoio olio e gasolio vuoti)	1.200 kg

## Estrattore idraulico HEX200

Cilindri	N°2 alesaggio Ø180, stelo Ø100
Corsa estrazione	800 mm
Massima pressione di lavoro	320 bar
Forza di estrazione	170 t
Larghezza max. tubo estraibile	1.200 mm
Larghezza min. tubo estraibile	1.000 mm
Ingombro (l x h x p)	1.950 x 2.700 x 1.700 mm
Peso	3.150 kg

no una colonna di tubi spalla sono: elemento testa, che serve per il loro sollevamento; elementi intermedi ed elemento scarpa. Inoltre, per rendere più agevole l’utilizzo dei tubi spalla, SIP&T realizza a loro corredo un “ballatoio”, dedito al sostegno del tubo spalla durante la posa in opera. La geometria trapezoidale del tubo e le sue caratteristiche costruttive ne permettono uno spostamento verticale/laterale dopo l’escavazione, facilitandone così la successiva estrazione.

*“Al fine di ottimizzare la produzione – prosegue l’ingegner De Caro – la Icotekne ci ha chiesto la fornitura di un “hydraulic power pack” (centralina ed estrattore) capace di estrarre il tubo spalla dal diaframma in modalità verticale; al contrario, quindi, della modalità classica, che prevede lo “strappo” del tubo spalla dal diaframma a mezzo gru cingolata. Questo ci ha portati a ridimensionare il profilo della spalla e a creare una serie di fori accessibili frontalmente per assicura-*

*re l’accoppiamento tra i vari elementi della colonna e per permetterne l’estrazione con il sistema di sollevamento idraulico. Particolarità costruttiva è stata la realizzazione di tre fori centrali, a differenza della progettazione classica che ne prevede due. Utilizzando un sistema di modellazione solida tridimensionale e una successiva analisi FEM (Finite Elements Method), abbiamo avuto la certezza che tutti gli sforzi generati durante la fase operativa sarebbero stati ampiamente compatibili con la nostra progettazione. La risposta positiva a quanto da noi progettato e realizzato ci è venuta dal cantiere: a oggi, infatti, la Icotekne sta utilizzando gli elementi spalla e il relativo sistema di estrazione con ottimi risultati. Non solo, a fronte di una verifica di sicurezza avvenuta nel cantiere, il “power pack” è risultato conforme alle vigenti normative di sicurezza, essendo stato da noi certificato secondo la direttiva macchine (DIR. 2006/42/CE)”.*