



Sotto il sole (e la terra) di Napoli

Le perforatrici idrauliche C8XP e C16XP del costruttore di Fontanafredda sono impegnate in delicati interventi di jet-grouting all'interno del cantiere di una delle ultime tre stazioni metropolitane in costruzione nel capoluogo campano. Consolidamenti in contesti particolari, resi possibili dalle caratteristiche intrinseche di queste macchine

La metropolitana di Napoli è costituita da due linee urbane, integrate in una più ampia rete di servizi su ferro aventi origini e caratteristiche diverse (anche se in alcuni documenti di pianificazione sono contraddistinti da un sistema di numerazione comune). La rete, nella fattispecie, è composta dalla Linea 1, di tipo pesante, e dalla Linea 6, una metropolitana leggera sotterranea progettata inizialmente negli anni Ottanta come "Linea Tranviaria Rapida"



(LTR) e inaugurata nel 2007. Gli scavi della Linea 1, in particolare, sono cominciati il 22 dicembre 1976: si tratta della prima metropolitana su tracciato riservato della città (a forma di anello). Chiamata anche "Collinare", la linea unisce il centro cittadino con le aree periferiche, oltre a essere interconnessa a tre funicolari cittadine (Chiaia, Centrale e Montesanto) e integrata grazie a vari nodi di interscambio con la linea 2 gestita da Trenitalia, con la rete della ex Circumvesuviana e con la linea Napoli-Giugliano-Aversa.

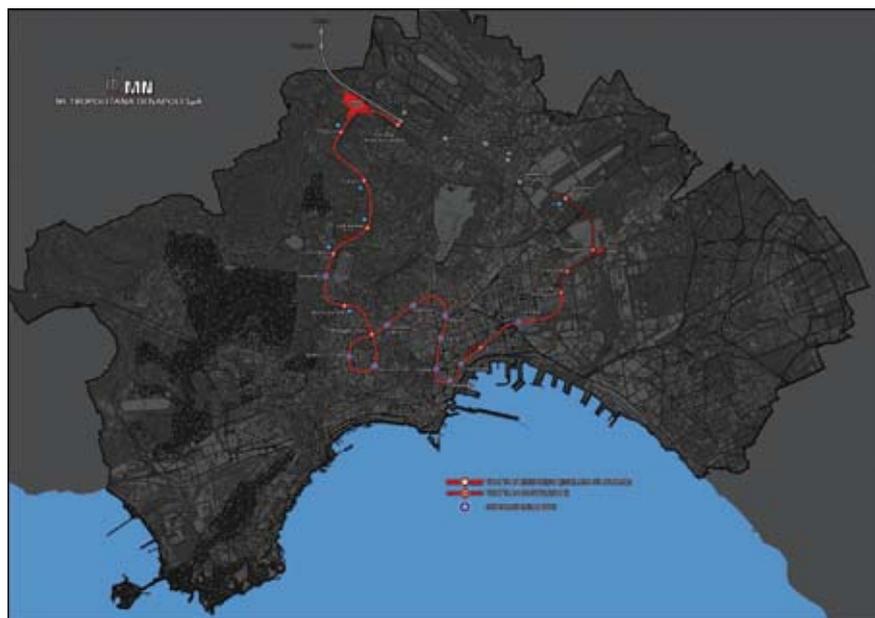


Fig. 1. La Linea 1 della metropolitana di Napoli. Si possono notare, con linea tratteggiata, le stazioni attualmente in costruzione (Tribunale, Poggioreale e Aeroporto Capodichino), che andranno a completare l'“anello strategico” (il tratto da Aeroporto Capodichino a Piscinola sarà in superficie). Le perforatrici Casagrande utilizzate da I.CO.P. stanno operando all'interno dell'area destinata alla stazione di Poggioreale

Nel corso degli anni la sua costruzione ha dovuto subire svariate interruzioni, inizialmente per via del terremoto dell'Irpinia nel 1980, poi a causa della complessa struttura morfologica del territorio locale (prevalentemente collinare) e, non ultimo, per problematiche di carattere prettamente economico.

È del 29 marzo 1993 l'entrata in funzione della prima tratta collinare Vanvitelli-Colli Aminei, che collega il Vomero con la zona ospedaliera; il 19 luglio 1995 viene invece inaugurata la tratta in viadotto Colli Aminei-Piscinola, collegando la zona collinare con l'area nord di Napoli. Nel corso degli anni Duemila si aggiungono numerose altre stazioni, realizzate – così come quelle della Linea 6 – nell'ambito del progetto “Stazioni dell'arte”, che consiste nell'affidare la loro progettazione a noti artisti e architetti contemporanei al fine di renderle non solo funzionali, ma anche centri di



aggregazione, riqualificando urbanisticamente al contempo le aree circostanti. Il completamento della linea - che raggiunge una pendenza massima di 55 ‰ ed effettua in un normale giorno ferialmente circa 242 corse, trasportando circa 135.000 viaggiatori - prevede, dopo aver inaugurato recentemente le stazioni Garibaldi e Centro Direzionale, la chiusura dell' "anello strategico" attraverso la realizzazione di

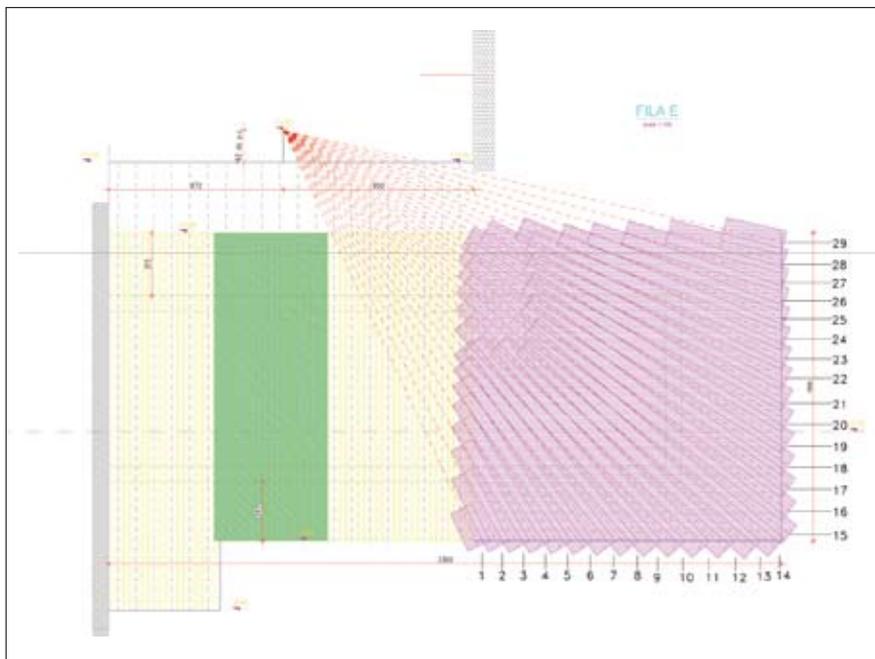
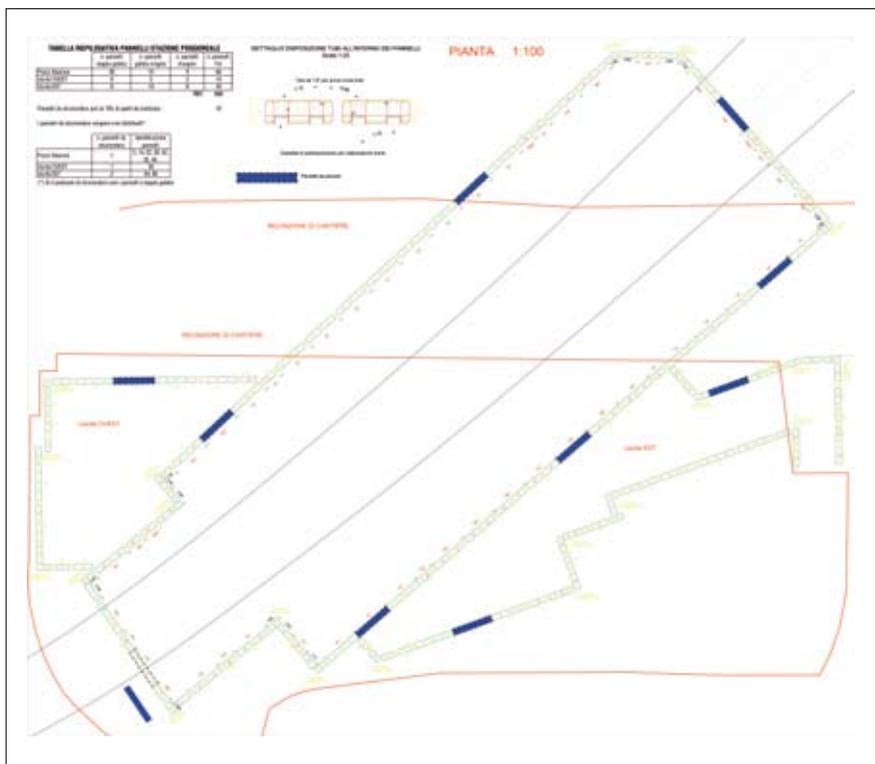
tre stazioni (Tribunale, Poggioreale e Aeroporto Capodichino), che porteranno la lunghezza totale della linea stessa da 18 a 25 km. Così facendo, con il tratto Garibaldi-Aeroporto Capodichino sarà possibile collegare il porto, la stazione ferroviaria e l'aeroporto in sole otto stazioni, mentre il tratto in superficie Aeroporto Capodichino-Piscinola rappresenterà la fase conclusiva (Fig. 1).

Il progetto della stazione di Poggioreale

La stazione di Poggioreale - l'intermedia tra quella denominata Tribunale e quella dell'Aeroporto Capodichino - è stata al centro di una nostra recente visita.

Qui, infatti, si stanno utilizzando due perforatrici idrauliche Casagrande (una C16XP e una C8XP) al fine di realizzare complessi lavori di jet-grouting finalizzati a consolidare i terreni che ospiteranno la struttura metropolitana e che, in buona parte, coinvolgono l'area sotterranea del Cimitero Monumentale, il principale cimitero di Napoli e tra i più grandi e noti in Europa, di grande valore storico e culturale per la preziosità delle sue tombe e delle sue statue, per il gran numero di cappelle e chiese contenute al suo interno e per il cosiddetto "Quadrato degli uomini illustri" (qui è presente, tra le altre, la tomba di Totò). Si intuisce, dunque, la delicatezza delle operazioni oggetto del progetto esecutivo-strutturale e la necessità di utilizzare macchine e tecnologie all'avanguardia e di assoluta affidabilità e versatilità.

Ma facciamo un passo indietro: Metropolitana di Napoli Spa - concessionaria a cui il Comune ha assegnato la progettazione e la costruzione della Linea 1 - ha affidato in appalto all'ATI costituita dalle società Costruire Spa e Vianini Lavori Spa l'esecuzione dei lavori di costruzione della stazione di Poggioreale (nonché di parte delle gallerie di linea Tribunale-Poggioreale, di altre opere e impianti di linea e del deposito della Linea 1 tratta CDN-Capodichino) che, a sua volta, ha subappaltato i lavori oggetto del contratto - tra cui l'esecuzione delle opere speciali di fondazione e il consolidamento per la realizzazione della stazione e delle



I grafici illustrano gli interventi in esecuzione con le perforatrici Casagrande presso la stazione di Poggioreale. Si nota nel grafico in alto l'area di cantiere, attraversata dalla via Nuova Poggioreale (che sarà temporaneamente deviata per poter eseguire le opere in progetto), con in evidenza le paratie che delimitano (e delimiteranno) l'area perimetrale, eseguite con la perforatrice idraulica C16XP. Nel grafico nella pagina precedente e qui a lato è in evidenza l'attività della perforatrice C8XP, impiegata per la realizzazione di perforazioni inclinate in jet-grouting nell'area sottostante il Cimitero Monumentale



La perforatrice idraulica Casagrande C8XP impegnata nel cantiere di Poggioreale. Posizionata nell'area adiacente il Cimitero Monumentale di Napoli, è adibita alla realizzazione di un'ampia serie di fori inclinati, eseguiti "a ventaglio", per il consolidamento di una vasta area sotterranea non accessibile con metodi tradizionali di perforazione verticale



L'esigenza primaria esposta alla Casagrande da I.CO.P. è stata quella di dover eseguire nell'area sottostante il Cimitero Monumentale dei fori molto lunghi e in posizione inclinata (fino a 10°) rispetto all'asse orizzontale



La Casagrande ha fornito a I.CO.P. la perforatrice C8XP equipaggiata con un caricatore a carosello M4 in grado di contenere fino a nove aste da 6 m di lunghezza ciascuna, più una batteria di manovra da 8 m. Al momento della nostra visita, la macchina stava utilizzando sei aste, operando con tecnologia jet-grouting bifluido

Scheda tecnica dell'attrezzatura impiegata in cantiere

La perforatrice idraulica C8XP

CARRO	
Larghezza sottocarro / pattini	2.450 mm / 600 mm
Lunghezza cingoli	3.238 mm
Velocità di traslazione	2 km/h
Pendenza max. superabile	20° / 37%
Pressione specifica al suolo	7,4 N/cm ²
Rotazione torretta	360°
MOTORE	Deutz TCD 6.1 L06 4V
Potenza a 2.000 giri/min	EU Stage IIIB - US EPA Tier IVi - 160 kW
MAST	8000 MR
Lunghezza mast	10.000 mm
Corsa testa di rotazione	8.000 mm
Forza di estrazione / Spinta sull'utensile	86,5 kN
Velocità lavoro Estrazione/Spinta (rapida/ultrarapida *)	18 m/min (57/102 m/min)
MORSE	M4/M4S
Diametro	60 ÷ 305 mm
Forza di chiusura	250 kN
TESTA DI ROTAZIONE	T20 EP
Coppia massima	15.200 Nm
Giri max.	52 ÷ 400 giri/min
MANDRINO IDRAULICO	P 200
Diametro passaggio aste	200 mm
INGOMBRI E PESO	
Lunghezza x Larghezza x Altezza	11.375 x 2.450 x 3.155 mm
Peso attrezzatura **	~ 23,5 t
* optional - ** dipendentemente dall'allestimento montato	

gallerie - alla I.CO.P. Spa. Ed è quest'ultima che, dovendo eseguire una serie di interventi per la realizzazione delle paratie perimetrali del corpo stazione e le perforazioni di consolidamento in jet-grouting precedentemente descritte, ha richiesto le due unità a Casagrande, dopo aver già utilizzato un modello B180 HD KRC2 con relativo Kelly per la realizzazione dei diaframmi di perimetro della stazione (di profondità 27 m lungo il corpo centrale e di 8-9 m lungo le uscite laterali). Nella fattispecie, la perforatrice idrau-

lica C16XP è stata impiegata nella sua configurazione verticale per l'esecuzione di un campo prove propedeutico alla realizzazione di un tappo di fondo di jet-grouting nell'area stazione, al fine di agevolare gli scavi in asciutto, essendo la falda a 4 m di profondità dal piano campagna.

La C8XP, invece, si sta impiegando essenzialmente in interventi di jet-grouting all'estremità della stazione, dov'è prevista la realizzazione della galleria, realizzata in tradizionale, che passerà sot-

to il cimitero. Per tale scopo, questo modello è stato identificato come l'ideale sul mercato per eseguire un'ampia serie di fori inclinati, eseguiti "a ventaglio", per il consolidamento di una vasta area sotterranea non accessibile con metodi tradizionali di perforazione verticale.

Le macchine in dettaglio

La **perforatrice idraulica C8XP** si pone al vertice della gamma di macchine per la piccola perforazione proposta da Casagrande. Progettata per affrontare i lavori più impegnativi mantenendo caratteristiche di robustezza e versatilità, questo modello viene normalmente utilizzato per la costruzione di tiranti e micropali ed è particolarmente adatta per gli interventi di jet-grouting, come nel caso specifico del cantiere di Poggioreale. Un'apposita ralla collega la torretta della macchina al sottocarro: un concetto, questo, che rende la perforatrice idraulica C8XP particolarmente manovrabile e facile da posizionare nei cantieri caratterizzati da spazi ristretti. Il motore con cui è equipaggiata la macchina consente l'applicazione di un'ampia gamma di teste di rotazione o di doppia testa. Teste che possono essere munite di martelli idraulici per perforare i terreni sciolti e con mandrini idraulici per eseguire la perforazione in un unico passaggio. Per la C8XP si possono prevedere inoltre svariati accessori e allestimenti, tra cui caricatori aste per uso verticale e/o orizzontale, pompe per lo spurgo dei fori, teste di rotazione, falchetti telescopici, gru ausiliarie, argani di servizio e impianti jet induttivi o temporizzati.

Ma quali sono le ragioni che hanno spinto la I.CO.P. ad acquistare la perforatrice idraulica C8XP? L'esigenza primaria esposta alla Casagrande è stata quella di dover eseguire nell'area sottostante il Cimitero Monumentale dei fori molto lunghi e in posizione inclinata (fino a 10°) rispetto all'asse orizzontale, quindi di poter usufruire di una macchina che avesse la capacità strutturale di operare in questa configurazione e che fosse dotata a bordo di tutte le aste necessarie per affrontare la perforazione.



Le operazioni di jet-grouting vengono svolte tramite radiocomando, dopo averle impostate con un apposito strumento di misurazione e di registrazione dei parametri

Scheda tecnica dell'attrezzatura impiegata in cantiere

La perforatrice idraulica C16XP

CARRO	
Larghezza sottocarro / pattini	2.500-3.700 mm / 600 mm
Lunghezza cingoli	4.500 mm
Velocità di traslazione	1,5 km/h
Pendenza max. superabile	20° / 37%
Pressione specifica al suolo	6,7 N/cm ²
Rotazione torretta	360°
MOTORE	Cummins QSB 6.7
Potenza a 2.200 giri/min	EU Stage IIIB/IV - US EPA Tier Ivi/IVf - 194 kW
MAST	18500
Lunghezza mast	18.500 mm
Corsa testa di rotazione	16.000 mm
Forza di estrazione	150 kN
Spinta sull'utensile	150 kN
TESTA DI ROTAZIONE	T2500 EP
Coppia massima	20.000 Nm
Giri max.	0 ÷ 220 giri/min
MORSE	M4/M4S
Diametro	60 ÷ 305 mm
Forza di chiusura	250 kN
INGOMBRI E PESO	
Lunghezza x Larghezza x Altezza	13.600 x 2.550 x 3.220 mm
Peso attrezzatura *	~ 32 t
** dipendentemente dall'allestimento montato	

Sulla scia dell'esperienza acquisita in precedenza nella costruzione di macchine simili e con l'obiettivo di assicurare alla I.CO.P. la soluzione migliore per questo intervento, la Casagrande ha fornito all'impresa la perforatrice C8XP equipaggiata con un caricatore a carosello M4 in grado di contenere fino a nove aste da 6 m di lunghezza ciascuna, più una batteria di manovra da 8 m, e quindi di consentire di raggiungere una profondità di lavoro fino a 62 m (e comunque tutte le profondità massime richieste dal progetto). Al momento della nostra visita in cantiere, la perforatrice C8XP ha utilizzato sei aste, dovendo raggiungere una profondità di lavoro di 44 m (36 m di aste + 8 m di batteria). In questa configurazione, la perforatrice sta operando con tecnologia jet-grouting bifluido (dove l'azione disgregante è affidata al getto di miscela cementizia ad alta pressione prevista anche per il jet-grouting monofluido, e che ha azione stabilizzante, ma in questo caso è guidato da un getto d'aria compressa a circa 8-12 bar che ne limita la dispersione, aumentandone il potere penetrante), con aste di diametro 114 mm, per colonne di 1.200 mm di diametro. L'efficacia delle operazioni è garantita dal propulsore Deutz con cui è equipaggiata la perforatrice: essendo una macchina di nuova costruzione e di "concezione" rivista, infatti, essa monta un motore evoluto e conforme alle attuali normative in termini di emissioni, in grado di offrire alti livelli in termini di performance, potenza

idraulica, velocità di rotazione, coppie e velocità sul tiro-spinta.

Unità di foratura: rotativa. Mobilità: cingolata. Tipo di foratura: multifunzione. Azionamento: idraulico. Questa, in sintesi, la "carta d'identità" della **perforatrice idraulica C16XP**, dotata anch'essa di motore di ultima generazione (in questo caso, un Cummins QSB 6.7 da 194 kW / 260 HP). La versione fornita alla I.CO.P. per eseguire un tappo di fondo di jet-grouting della stazione di Poggioreale è allestita in modo da garantire perforazioni con mast in verticale fino a 36 m in battuta unica, quindi con la possibilità di perforare in profondità con soluzione di continuità, senza dover aggiungere ulteriori aste. Anche in questo caso si tratta di aste bifluide con diametro 114 mm, per l'esecuzione di colonne jet-grouting di diametro 1.200-1.800 mm. Anch'essa di "concezione" rivista, la perforatrice idraulica Casagrande C16XP è l'erede del modello C14, del quale



La perforatrice idraulica Casagrande C16XP, fornita alla I.CO.P. per eseguire un tappo di fondo di jet-grouting della stazione di Poggioreale, è allestita in modo da garantire perforazioni con mast in verticale fino a 36 m in battuta unica

Chi è I.CO.P. Spa



Da sinistra, Gianni Savina, capo cantiere I.CO.P., Fabio De Paoli, tecnico commerciale di Casagrande, e Fabio Massimo Rinaldi, direttore di cantiere I.CO.P.

Fondata negli anni Sessanta per iniziativa dell'Ing. Paolo Petrucco, la I.CO.P. (Impresa Costruzioni Petrucco) - attiva nella realizzazione di costruzioni edili e stradali, nelle opere di difesa idraulica e nelle opere speciali di fondazione in genere - ha assunto l'attuale forma di Società per Azioni nel 1986. Negli ultimi decenni l'azienda di Basiliano (Ud) ha accresciuto la propria consistenza dimensionale e organizzativa e il livello tecnologico delle realizzazioni eseguite mediante l'utilizzo delle migliori tecniche e tecnologie e l'adeguamento delle proprie attrezzature ai più alti livelli della categoria, consolidando negli anni la propria posizione nel mercato. Nel settore delle opere speciali di fondazione e del consolidamento di terreni, in particolare, la I.CO.P. ha sviluppato la capacità di coprire l'intera domanda e quella di mettere a disposizione del cliente l'intero servizio di consulenza e progettazione grazie alla professionalità e alla competenza dei propri tecnici.

La I.CO.P. è pertanto in grado di fornire una serie completa di lavori specializzati: esecuzioni di jet-grouting, pali, diaframmi, micropali, tiranti, colonne consolidate, palancole, eccetera. Negli ultimi anni, in considerazione dell'esperienza maturata nel campo della progettazione e realizzazione di opere speciali nel sottosuolo, la I.CO.P. si è poi interessata alle realizzazioni di attraversamenti sotterranei con l'utilizzo di tecnologie "trenchless", che consentono di risolvere i problemi di impatto ambientale mantenendo inalterata la superficie sovrastante l'area di scavo ed evitando, nelle aree urbane, i disagi e i costi indotti dalle interruzioni del traffico e dei servizi durante le lavorazioni. Particolare impegno è stato profuso nella realizzazione di attraversamenti sotterranei (fognature, gasdotti, posa di condutture in genere) con la tecnica del microtunnelling, nella quale la società - membro fondatore della I.A.T.T. (Italian Association for Trenchless Technology) - è un punto di riferimento nel mercato nazionale.



ha incrementato le caratteristiche di performance generale e di potenza idraulica (che, in termini pratici, si traduce in più coppia e velocità di perforazione).

Si ringraziano per la collaborazione l'ingegner Michele Barbato e i geometri Giuliano Angeloni e Domenico Coppola, responsabili dell'ATI, Costruire Spa e Vianini Lavori Spa. ■

INFO



Casagrande
www.casagrandegroup.com