

# A Torino la prima metropolitana automatica d'Italia

## Italy's first automated subway in Turin

**Maurizio Giraud,**  
Unical S.p.A.

Responsabile di Esercizio  
Area Piemonte  
Operations Manager  
Piedmont Area

I primi lavori per la realizzazione di una metropolitana a Torino risalgono agli anni Trenta, ma bisogna attendere la fine dell'anno Duemila per assistere all'avvio della costruzione effettiva della linea 1. Veicoli leggeri, frequenti e senza conducente per ridurre al minimo i tempi d'attesa puntano a promuovere una mobilità interna più sostenibile, riducendo la quota del trasporto privato in favore di quello pubblico, migliorandone la fruibilità e l'integrazione.

*Work to build the subway in Turin was first initiated in the 1930s but we had to wait until the end of 2000 before Line 1 was started. Featuring driverless, light trains that run frequently to minimize waiting times, Line 1 will promote more sustainable internal mobility, reducing the number of privately-owned cars in the city in favor of public transport by improving accessibility and integration.*

**U**n'efficiente rete infrastrutturale, stradale e ferroviaria, è un requisito indispensabile per lo sviluppo sociale economico e culturale di un territorio; la sua inadeguatezza è per contro sinonimo di marginalità e sottosviluppo. Nell'arco dell'ultimo decennio l'area torinese è stata caratterizzata da investimenti infrastrutturali che possono essere definiti epocali grazie a due circostanze concomitanti: l'attuazione del nuovo Piano Regolatore Generale Comunale e l'evento Olimpico del 2006. Sul territorio metropolitano si è così



avviata una grande trasformazione urbanistica destinata a produrre effetti a lungo termine con un imponente sforzo di miglioramento dell'assetto infrastrutturale. È il caso della realizzazione della linea 1 della metropolitana che costituisce l'occasione per effettuare una riorganizzazione generale del trasporto pubblico collettivo, e rendere possibile un ridisegno urbano secondo criteri di uso della città indirizzati al miglioramento della qualità della vita, alla diminuzione del traffico automobilistico, alla fruibilità dello spazio pubblico, alla rivitalizzazione delle aree di trasformazione poste in corrispondenza delle stazioni. L'alligierimento di alcuni assi viari principali offre l'opportunità di trasformarli in viali urbani di scorrimento di maggiore qualità urbana e fruibilità ciclabile e pedonale.

Nel dicembre 2006 l'ATI (Associazione Temporanea di Imprese) costituita da Tecnimont S.p.A. (principale società operativa del gruppo MAIRE TECNIMONT S.p.A.) e Ghella S.p.A. ha istituito la consortile ML 3000 scarl per la realizzazione del prolungamento della metropolitana di Torino. Il nuovo percorso si estende da Marconi a Lingotto sulla linea 1, ed include sei stazioni (Marconi, Nizza, Dante, Carducci/Molinette, Spezia e Lingotto),

Scarico malta in tramoggia di cantiere

*Unloading the mortar in the construction site hopper*

cinque pozzi intermedi, una galleria a doppio binario lunga 2,9 km da realizzarsi con una EPB TBM, comunemente conosciuta come Talpa, e altri lavori ausiliari. Unical ha contribuito a questo progetto di trasformazione urbana con la fornitura di oltre 60.000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo effettuata nell'ottica della massima assistenza e consulenza rivolta al cliente, anche grazie alle nuove figure professionali di Assistente Tecnico di Cantiere. Nell'analisi preliminare del capitolato, la professionalità di Unical si è affiancata a quella dell'impresa per meglio individuare le caratteristiche dei calcestruzzi in funzione della destinazione d'uso. Sono stati così proposti calcestruzzi Rck 35 in classe di consistenza S5, per una corretta messa in opera senza aggiunte di acqua, e calcestruzzi "su misura" per meglio soddisfare le esigenze dettate dalla tipologia di scavo e legate alla velocità di avanzamento della Talpa (TBM). Nella fase preliminare alla fornitura sono stati così qualificati gli impianti interessati e si sono svolte prove per indi-

Realizzazione pozzo aerazione in SCC  
sino a profondità di 20 m

*Constructing the 20 m deep air shaft in SCC*

viduare la corretta miscela della malta per intasamento conci. I dati di input della miscela erano: inizio presa dopo 6 h dal carico con tolleranza di  $\pm 1$  h, resistenza a compressione di almeno 1 N/mm<sup>2</sup> dopo 24 h, assenza di segregazione e ottima pompabilità. Il laboratorio ha così progettato una miscela che, grazie alle aggiunte di filler minerale e agli additivi Addiment aeranti e iperfluidificanti, ha consentito di soddisfare pienamente le esigenze del cantiere. La miscela infatti, prima di essere iniettata attraverso le sei linee integrate nella testa fresante, non ha presentato alcuna segregazione nello scarico dall'auto-betoniera alla tramoggia di cantiere, e tantomeno nel trasporto effettuato con carrelli gommati presso la stazione pompante. La miscela, disponibile 24 ore al giorno presso l'impianto di Orbassano e le altri centrali di Torino Metro, ha permesso all'impresa di sfruttare al meglio la potenzialità di avanzamento della Talpa.

Quest'ultima, lunga 80 metri e di diametro di 7,8 m è stata trasportata a Torino e smontata in singoli elementi, riasssemblati direttamente in sotterranea, dopo esser stati calati all'interno della stazione Marconi. Lo scavo è avvenuto a circa 20 metri di profondità, senza interferire con il traffico e la rete di sottoservizi posizionati ad una quota superiore. La TBM ha permesso lo scavo di lunghi tratti di galleria, contenendo al massimo il disagio dei cantieri in superficie. Tale attrezzatura può considerarsi come un vero e proprio cantiere mobile che, a una velocità di 10 metri al giorno, avanza portando con sé tutte le attrezzature necessarie allo scavo, allo smaltimento dei detriti e alla realizzazione del rivestimento della galleria. Le particolari caratteristiche dei terreni di Torino, tipiche delle zone "millefonti" adiacenti al fiume Po, avevano in fase progettuale fatto prevedere l'utilizzo di guaine bituminose per l'impermeabilizzazione dei pozzi di aerazione. Anche in questo caso, la proposta Unical di un calcestruzzo fluido e compatto, che presenta facilità di messa in opera come l'SCC, ha permesso all'impresa di utilizzare un prodotto idoneo al tipo di struttura e con valori di impermeabilità sufficienti per contenere gli effetti di lavorazioni particolarmente difficili. Nel mese di gennaio è terminata



la realizzazione al rustico di tutte le stazioni sotto via Nizza, con il completamento del corpo e dei getti in calcestruzzo. Finita la copertura, si sta ultimando la sistemazione superficiale in modo da ripristinare il traffico veicolare pubblico e privato. La realizzazione dell'opera e delle stazioni offre alla città una riqualificazione urbana necessaria per una Torino internazionale dove non conta soltanto la singola esecuzione, ma il suo rapporto con le altre entro un'idea unitaria di centro urbano.

**A**n efficient road and railway infrastructure system is essential for the social, economic and cultural development of a region, which would otherwise remain marginalized and underdeveloped.

During the last 10 years, Turin has made what could be termed as historic investments in its infrastructure for two reasons – namely the implementation of the new Municipal Zoning Plan and the 2006 Winter Olympics – thus kick-starting a huge urban transformation of

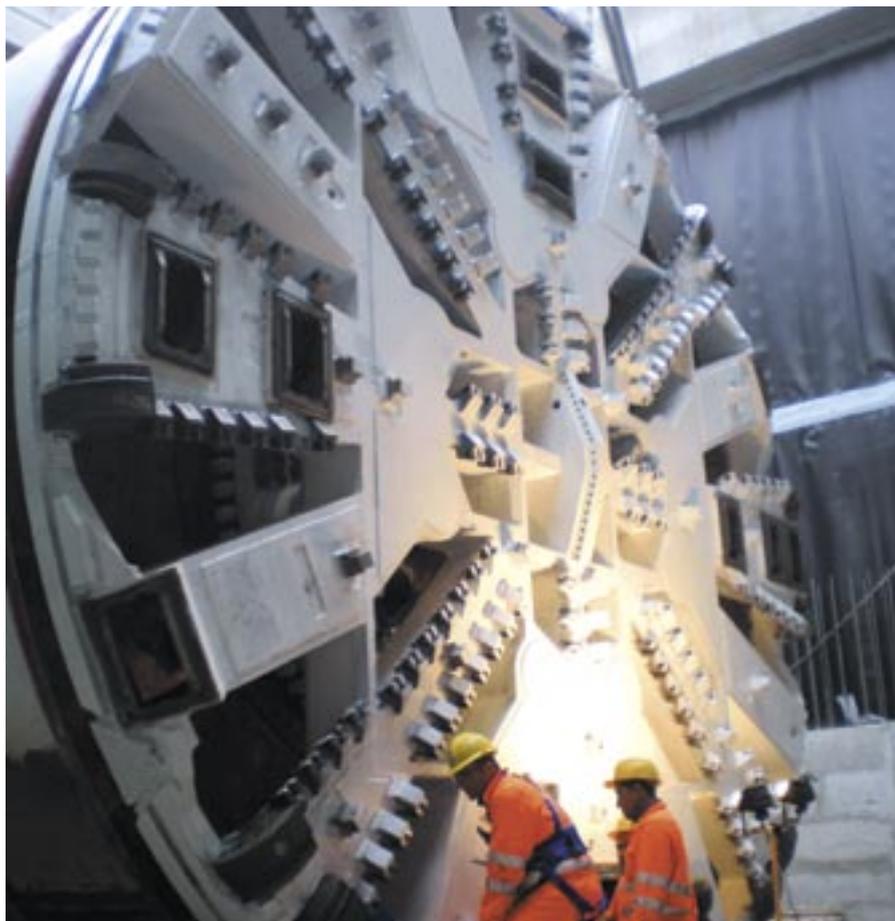
the metropolitan area by making long-term improvements to the infrastructure.

This is the case with Line 1 of the subway system, which serves as an opportunity to reorganize the overall public transport system and redesign the urban layout in accordance with the use criteria of the city and aimed at improving quality of life, reducing automobile traffic, making public space more accessible, and revitalizing the areas around the stations undergoing transformation. Reducing the traffic on some of the major arteries is an opportunity to transform them into improved urban thoroughways with bicycle and pedestrian access. In December 2006, the ATI (Associazione Temporanea di Imprese – Temporary Association of Enterprises) composed of Tecnimont S.p.A. (main company in the MAIRE TECNIMONT S.p.A. group) and Ghella S.p.A., created the ML 3000 scarl consortium to build the subway extension in Turin. The new Line 1 route extends from Marconi to Lingotto and includes six stations (Marconi, Nizza, Dante, Carducci/Molinette, Spezia and Lingotto), five intermediate air shafts, a 2.9 km long



Getto soletta stazione metropolitana

*Pouring the subway station slab*



### Assemblaggio testa di scavo

*Assembling the excavation head*

of 7.8 meters, the TBM was transported to Turin and disassembled into pieces, and then reassembled underground after the parts were lowered inside the Marconi station. The excavations were performed at a depth of approximately 20 meters and did not interfere with the traffic and the subway system located higher up. The TBM was able to excavate long sections of tunnel, thus minimizing the inconvenience caused by the construction site above ground. This machine is actually just like a mobile construction site, carrying with it all the necessary equipment for excavating, disposing of the rubble and lining the tunnel, while advancing at a speed of 10 meters per day. The special characteristics of the soils in Turin, which are typical of the "millefonti" (zone rich in water) areas near the Po River, called for the use of bituminous sheaths to impermeabilize the air shafts. Here too, Unical recommended using a fluid, compact concrete such as SCC that is easy to install, suitable for the type of structure and sufficiently impermeable to minimize the effects of the particularly problematic construction work.

The concrete structure of all the stations under via Nizza was finished in January upon completion of the concrete body and castings. Now that the roof is finished, the surface is being completed so that the road can be reopened to public and private traffic. The construction of the line and the stations gives Turin the necessary urban upgrade for an international city where it is not just the individual project that is important but how it fits in with the others as part of the fabric of a single urban center.

two-track tunnel which will be built with an EPB TBM (Tunnel Boring Machine), commonly known as the Talpa (mole), and other auxiliary work. Unical participated in this urban transformation project by supplying over 60,000 m<sup>3</sup> of concrete together with a high level of customer service, rendered possible in part by the presence of On-Site Tecnical Assistants, new professional figures recently introduced by the company. Unical and the ATI analyzed the specifications together to determine which types of concrete would be the best for the different types of applications. We recommended using Rck 35 concrete with a consistency class of S5 that can be properly installed without having to add water, plus other "customized" concrete to best meet the needs of the type of excavation and the speed of advancement of the TBM. The plants involved were qualified and tests were performed before delivery of the concrete to determine the correct mortar mix for filling in the segments of the tunnel lining. The specifications for the mortar mix were: setting time of 6 hours  $\pm$  1 hour after loading, compressive strength of at least 1N/mm<sup>2</sup> after 24 hours, no segregation and excellent pumpability. The laboratory designed a mix that fully met the specifications thanks to the addition of mineral filler and air entrainer and superplasticiser ad-

mixtures from Addiment. Before being injected through the six lines incorporated into the cutter head, the mix did not segregate when it was unloaded from the mixer to the hopper at the site nor when it was trucked to the pumping station. It was available 24 hours per day at the Orbassano plant and other Torino Metro concrete mixing plants, thus allowing the ATI to take full advantage of the TBM. Measuring 80 meters long with a diameter

### SOGGETTI COINVOLTI

Cliente: G.T.T. S.p.A.  
(Gruppo Torinese Trasporti)  
Presidente G.T.T.: Giancarlo Guiati  
Responsabile del procedimento:  
Gian Piero Fantini  
Progettazione Esecutiva e  
Direzione dei Lavori:  
ATI: Systra, Geodata, MM,  
Studio Quaranta  
Direttore dei Lavori: Enrico Fornari  
Appaltatore: ATI Tecnimont S.p.A.-  
Ghella S.p.A.  
Project Manager: Piero Sartore,  
attualmente Maurizio Romano  
Direttore Tecnico di Cantiere:  
Paolo Mazzocchi,  
attualmente Maurizio Ferroni

### PARTIES INVOLVED

Customer: G.T.T. S.p.A.  
(Gruppo Torinese Trasporti)  
President G.T.T.: Giancarlo Guiati  
Assignors Manager:  
Gian Piero Fantini  
Project Execution and  
Works Management:  
ATI: Systra, Geodata, MM,  
Studio Quaranta  
Works Director: Enrico Fornari  
Contractor: ATI Tecnimont S.p.A.-  
Ghella S.p.A.  
Project Manager: Piero Sartore,  
currently Maurizio Romano  
Site Technical Director:  
Paolo Mazzocchi,  
currently Maurizio Ferroni