

Metropolitana di Genova tratta De Ferrari – Brignole

Genoa Underground: De Ferrari - Brignole section

Nel 2006, la società consortile Corvetto, a maggioranza Cipa Spa, ha dato l'avvio ad una serie di lavori nell'ambito della tratta De Ferrari – Brignole della metropolitana di Genova, lavori eseguiti per grossa parte con imbocco da pozzo e conclusisi nel 2009.

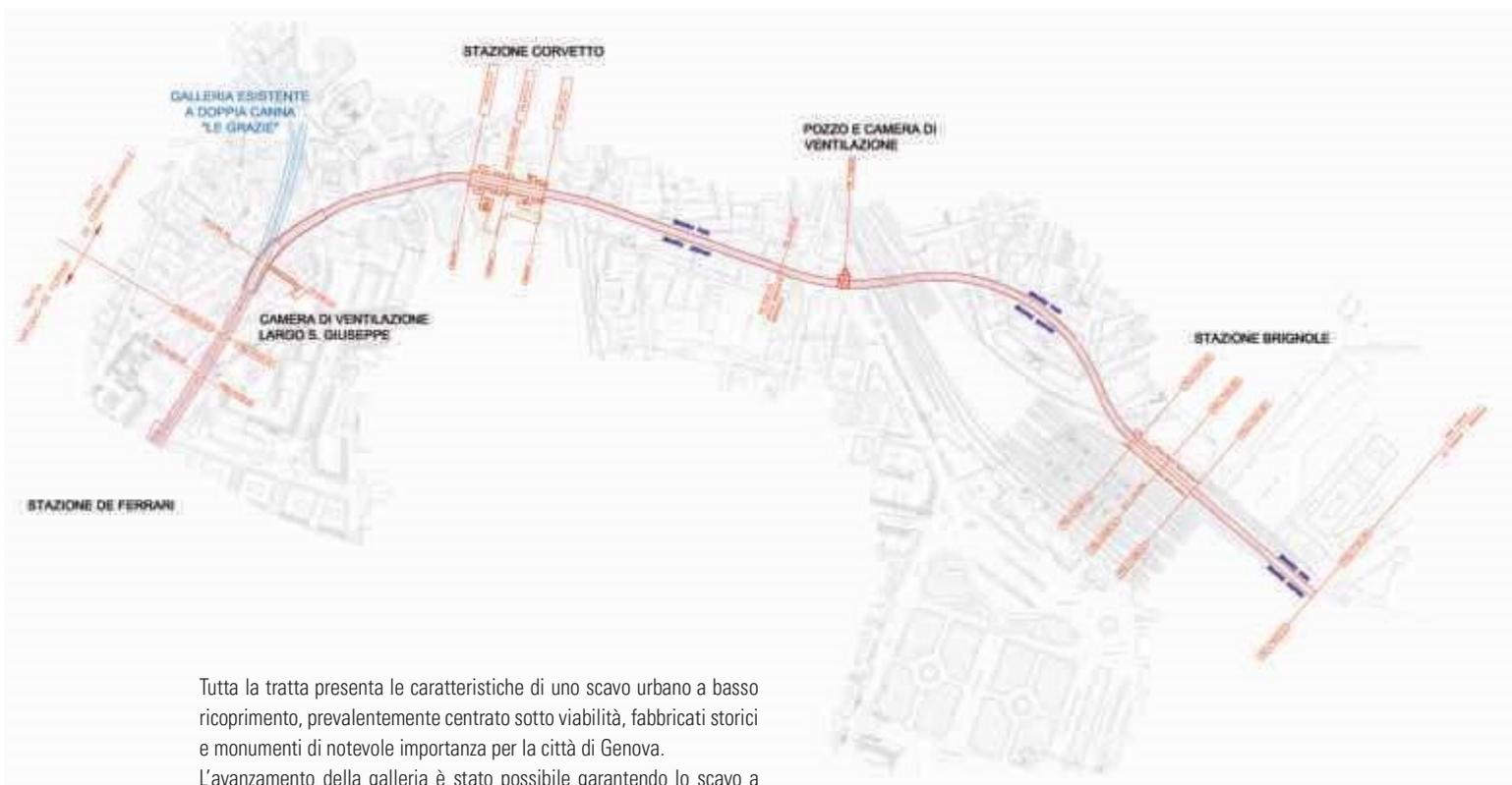
La tratta De Ferrari – Brignole è compresa tra la progr. 6400.00, in corrispondenza dell'ultimo tratto di utilizzo delle gallerie esistenti "Le Grazie", da queste, attraverso un camerone, si passa nel tratto di galleria a doppia canna alla progr. 7206.23, in corrispondenza degli scavi a cielo aperto per la Stazione Brignole. In piazza Corvetto troviamo le coperture massime in calotta pari a circa 25 m, mentre in piazza Brignole quelle minime, pari a circa 8 metri.

In 2006, the Corvetto consortium, in which the majority is held by Cipa Spa, started a series of works for the De Ferrari - Brignole section of the Genoa Underground. The works were carried out largely with entrance from the shaft, and were completed in 2009.

The De Ferrari - Brignole section is between point 6400.00, in correspondence with the final section using the existing "Le Grazie" tunnels; from these, through a cavern, one passes to section of the double-tube tunnel at point 7206.23, in correspondence with the open-air excavation for the Brignole station.

At Piazza Corvetto we come across the maximum coverings in crown equal to about 25 metres, while at Piazza Brignole we find the minimum





Tutta la tratta presenta le caratteristiche di uno scavo urbano a basso ricoprimento, prevalentemente centrato sotto viabilità, fabbricati storici e monumenti di notevole importanza per la città di Genova.

L'avanzamento della galleria è stato possibile garantendo lo scavo a piena sezione mediante il sistema A.DE.CO. utilizzando sezioni trasversali differenti in funzione delle convergenze rilevate in corso d'opera ed al comportamento deformativo dei terreni attraversati.

Ogni sezione tipo della galleria è definita da consolidamenti in calotta, al fronte ed al piede centina con differente intensità.

Stazione Corvetto

Tra le progr. 6636.94 e 6716.94 si trova la stazione Corvetto, costituita da un pozzo di discesa profondo 36 metri da cui parte quello che è chiamato il Camerone di Attacco che porta alle gallerie di stazione.

Il Camerone di Attacco è stato realizzato con uno scavo in tre fasi di ribasso. È alto in totale 21 metri, con sezione media di 170 m² e lungo 32 metri. È stato effettuato un consolidamento dello scavo con VTR cementati al fronte, al contorno suborizzontali e subverticali dal piano di scavo. Lo scavo è proceduto a sezione corrente, rivestendo in calcestruzzo armato la sezione parziale prima dell'inizio delle fasi successive di ribasso. Le gallerie di stazione sono a doppio binario e partono dal Camerone di Attacco, per una lunghezza di 80 metri ciascuna e una sezione di scavo di 152 m². Per il rivestimento definitivo sono state utilizzate lastre curve prefabbricate in calcestruzzo, a contenimento del getto di calcestruzzo che le ingloba. Le lastre, note come "Predalle curve", hanno l'armatura di progetto già collocata sul loro dorso e per la movimentazione ed il loro posizionamento è stata realizzata una apposita attrezzatura studiata ad hoc.

ones, equal to about 8 metres.

The entire section has the characteristics of an urban excavation with low covering, mainly centred under the road network, historic buildings, and monuments of considerable importance to the city of Genoa.

The advance of the tunnel was made possible by guaranteeing a full-section excavation by A.DE.CO. system, using different cross-sections according to the convergences observed during work in progress and to the strain behaviour of the soils that were crossed.

Each typical cross-section of the tunnel is defined by consolidations at the crown, at the face, and at the foot of the rib with different intensities.

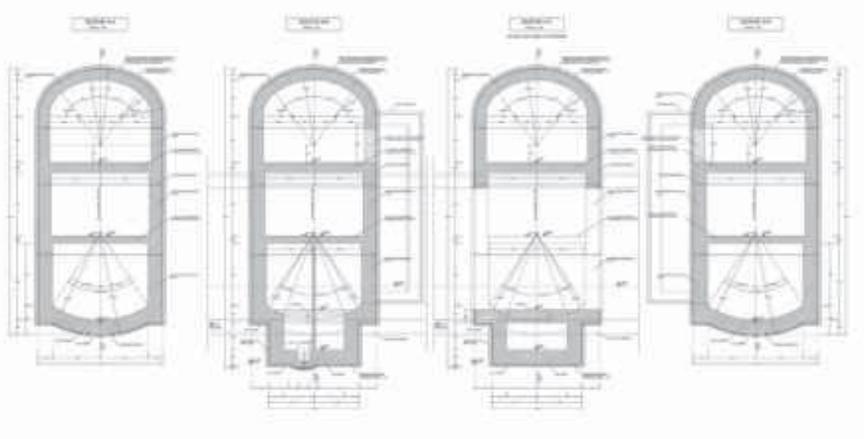
Corvetto station

Between points 6636.94 and 6716.94 is the Corvetto station, consisting of a dropshaft 36 metres deep, from which the cavern called "Camerone di Attacco," which leads to the station tunnels, begins.

Camerone di Attacco was built with an excavation in three phases of bench. It is 21 metres high in total, with an average cross-section of 170 m², and is 32 metres in length. A consolidation of the excavation with cemented VTR at the face, on the subhorizontal and subvertical boundaries from the excavation level, was made.

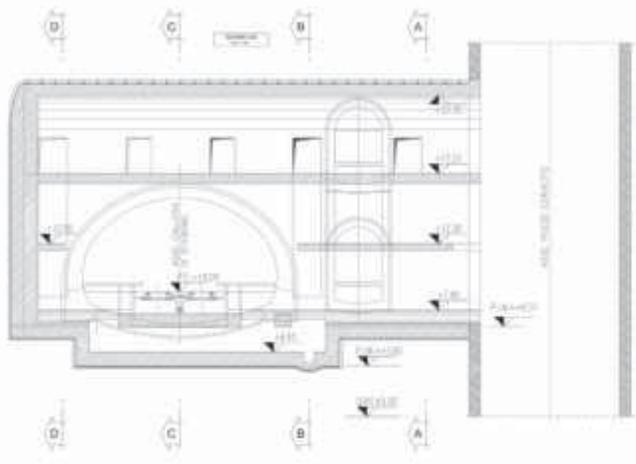


Pozzo di accesso alla stazione Corvetto
 Entrance shaft to Corvetto station

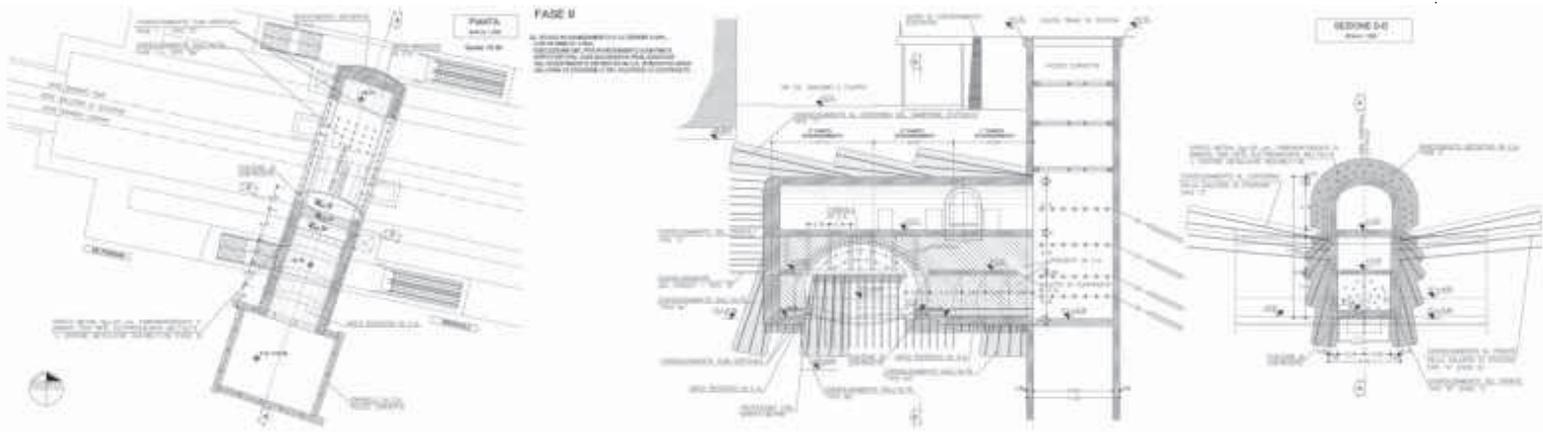


Tratta stazione Corvetto – De Ferrari

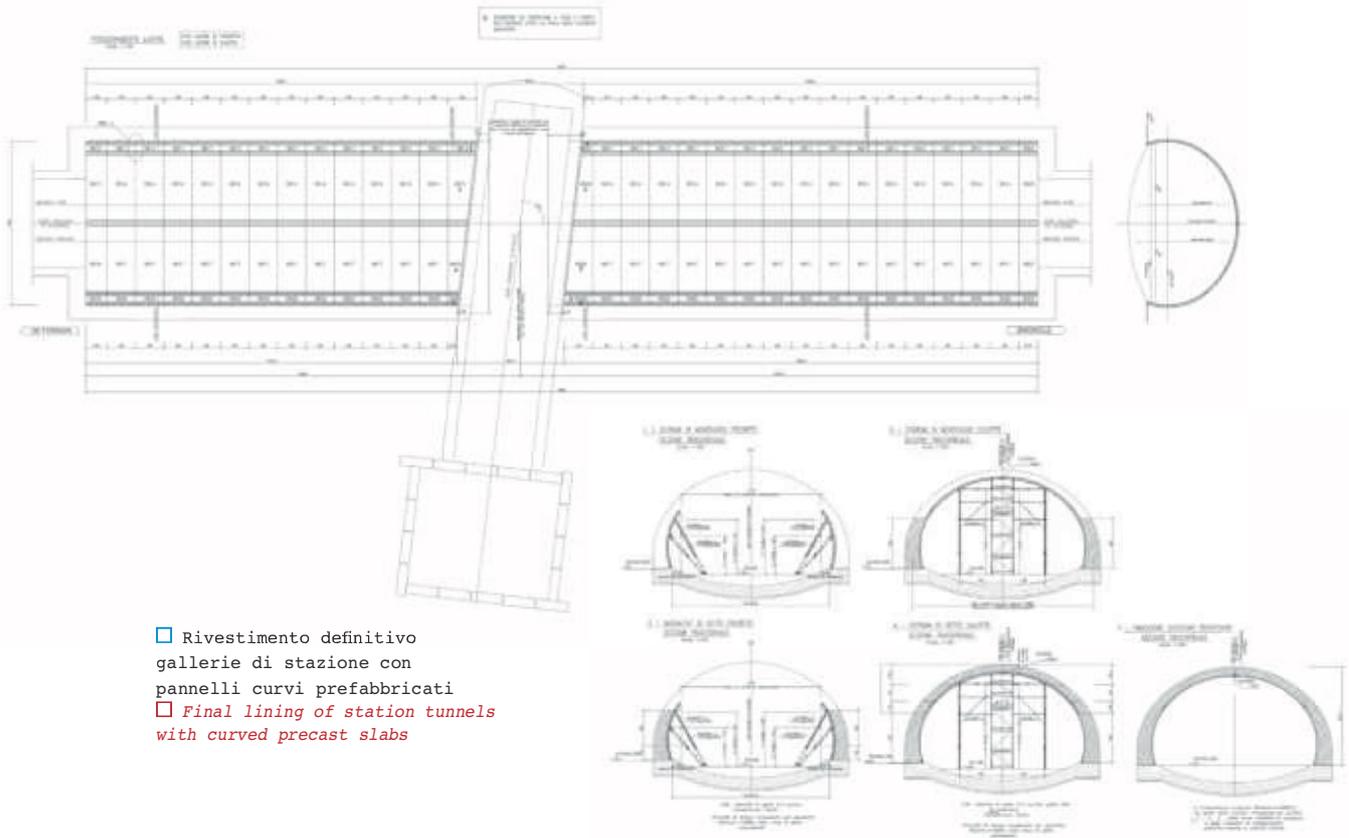
Dalla galleria di stazione Corvetto verso De Ferrari abbiamo realizzato la sequenza di gallerie che così si succedono: la galleria di linea tratta 2 di lunghezza pari a 167 metri con sezione di scavo di 66 m², il camerone di raccordo tipo 2 di lunghezza pari a 70 metri e sezione di scavo di 99 m², il camerone tipo 1 di lunghezza pari a 50 metri sezione di scavo di 145 m². All'interno di quest'ultimo si configura il riallineamento delle due gallerie esistenti "Le Grazie", da noi ripristinate per un totale di 180 metri, che congiungeranno, tramite un percorso di 300 metri, il tracciato in costruzione con quello in esercizio che ad oggi fa capolinea a stazione De Ferrari. Ambedue i camerone sono stati rivestiti con lastre curve prefabbricate in calcestruzzo armato a contenimento del getto di calcestruzzo dal quale sono poi state inglobate. Si sono rilevate situazioni delicate durante



Fasi realizzative del Camerone di Attacco
 Camerone di Attacco, working sequence



- Camerone di Attacco stazione Corvetto
- *Camerone di Attacco, Corvetto station*





le attività di scavo per il camerone tipo 1, in primo luogo perché la curvatura del tracciato ha portato la galleria al di sotto degli edifici di via Roma e in secondo luogo perché fin dai primi metri di scavo di questo secondo allargo sono state intercettate le due gallerie esistenti Le Grazie, determinando durante l'avanzamento un impatto ambientale di tipo acustico e vibrazionale che ci ha costretto ad interdire lo scavo durante l'orario notturno.

Sequenza montaggio predalle galleria di stazione □
 Station tunnel: predalles assembly sequence □

The excavation proceeded in current section, covering the partial section with reinforced concrete before the start of the subsequent bench phases.

The station tunnels are double-tracked, and start from Camerone di Attacco for a length of 80 metres each and an excavation cross-section of 152 m². For the final lining, curved precast concrete slabs were used, containing the casting of concrete that includes them. The slabs, known as "curved predalles," have the design reinforcement already placed on their back, and specially design equipment has been made to move and position them.

I due fornici della galleria Le Grazie □
 The two adits of the Le Grazie tunnel □



Corvetto station - De Ferrari section

From the Corvetto station tunnel towards De Ferrari, we made the sequence of tunnels that follow one after the other as follows: line tunnel section 2, of a length equal to 167 metres, with an excavation cross-section of 66 m², connection cavern type 2 of a length equal to 70 metres and excavation cross-section of 99 m², and cavern type 1 of a length equal to 50 metres and an excavation cross-section of 145 m². Inside the latter is the realignment of the two existing "Le Grazie" tunnels, restored by us for a total of 180 metres, which, through a 300 metre path, will join the layout under construction with the one in operation that at present ends at the De Ferrari station. Both caverns were covered with curved precast reinforced concrete slabs containing the casting of concrete that includes them. Delicate situations were encountered during the excavation activity for the cavern type 1, first of all because the curvature of the layout brought the tunnel beneath the buildings in Via

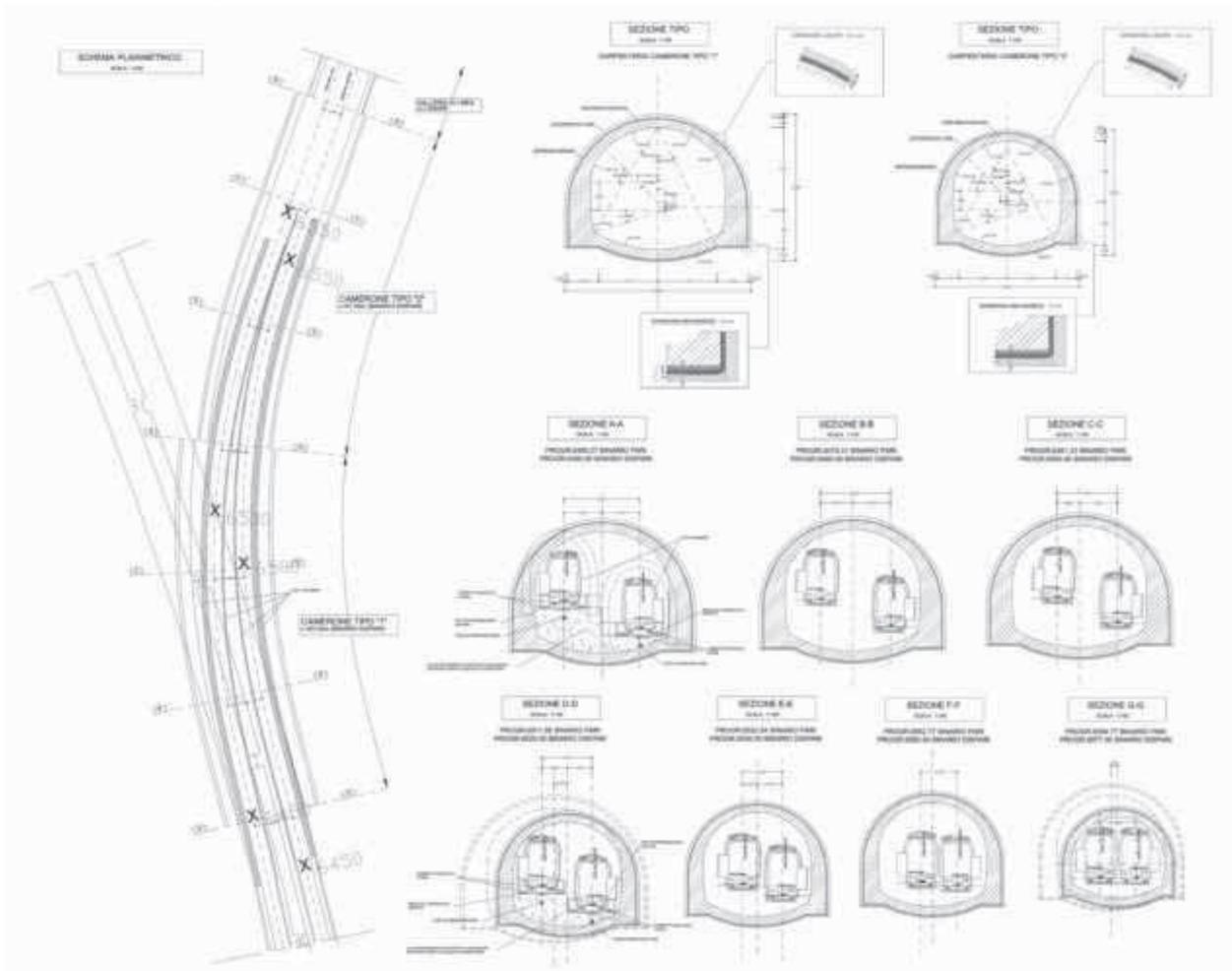


- Raccordo galleria di linea con gallerie delle Grazie
- Connection line tunnel with the Le Grazie tunnels

Tratta pozzo Corvetto – Pozzo di ventilazione in piazza Brignole

Dalla galleria di stazione Corvetto il tracciato prosegue con la galleria di linea tratta 4 per una lunghezza totale pari a 334 metri, sottopassa via

Roma, and secondly because from the first metres of excavation of this second widening, the two existing Le Grazie tunnels were intercepted, thus causing, during advancement, an environmental impact in terms of noise and vibrations, forcing us to suspend excavation at night.





Cassaforma per rivestimento galleria di linea
Formwork for line tunnel lining

Serra sino a raggiungere la camera di ventilazione di piazza Brignole. Questa tratta è stata scavata da due fronti di avanzamento accedendo dai due pozzi quello di Corvetto e quello di Brignole.

L'incontro dei due fronti è avvenuto nel mese dicembre 2008 mentre i rivestimenti definitivi sono stati completati nel mese di gennaio 2009.

Tratta stazione Brignole – Pozzo di ventilazione in piazza Brignole

L'unica galleria di linea del tracciato avente l'accesso a raso è la tratta 5, quella da stazione Brignole verso pozzo Brignole avente una lunghezza di 377 metri, questa procede in pendenza oltrepassando l'ammasso di calcare di corso Monte Grappa posizionandosi perpendicolarmente al fascio di binari del parco ferroviario di stazione Brignole per poi sottoattraversarli ed infine raggiungere la camera di ventilazione di piazza Brignole. Sicuramente la fase esecutiva più critica di tutto il tracciato è stata proprio su questa tratta in corrispondenza del sottoattraver-

Imbocco galleria di linea lato stazione Brignole
Line tunnel entrance, Brignole station side



Corvetto shaft - Piazza Brignole ventilation shaft section

From the Corvetto station tunnel, the layout continues with the section 4 line tunnel for a total length equal to 334 metres, and passes beneath Via Serra until reaching the ventilation chamber at Piazza Brignole. This section was excavated from two heading faces, entering from the two shafts: Corvetto and Brignole.

The two faces met in December 2008, while the final linings were completed in the month of January 2009.

Brignole station - Piazza Brignole ventilation shaft section

The only line tunnel in the layout with grade-level access is section 5, from the Brignole station to the Brignole shaft, having a length of 377 metres. It proceeds in slope, passing the cluster of limestone at Corso Monte Grappa, taking a position perpendicular to the group of rails of the Brignole station railway yard and then crossing beneath them and finally reaching the Piazza Brignole ventilation chamber.

Surely the most critical working phase of the entire layout was this sec-





■ Pozzo di ventilazione L.go Lanfranco
■ Largo Lanfranco ventilation shaft

samento del fascio di binari di stazione Brignole, che doveva essere realizzata senza interruzione e limitazione dell'esercizio ferroviario. Le ragioni della criticità del sottoattraversamento in condizioni di esercizio sono state molteplici, fra le tante ricordiamo le basse coperture, variabili dai 4 ai 7 metri e il materiale inconsistente, principalmente costituito da materiale di riporto. Il progettista dopo aver identificato una fascia di circa 65 metri sottostante il fascio completo di binari, ha prescritto di utilizzare una serie di sezioni geomeccaniche molto conservative, in cui le attività di consolidamento erano di primaria importanza per la buona riuscita del sottoattraversamento.

I primi consolidamenti del sottoattraversamento sono iniziati alla progressiva 280 metri ad aprile 2008 e sono terminati alla progressiva 345 metri ad ottobre 2008.

Altrettanto importante è stata la predisposizione di un monitoraggio continuo e in tempo reale che consentisse la determinazione delle deformazioni indotte sul binario da parte delle attività realizzative in sotterraneo. Il continuo e tempestivo controllo di tali deformazioni ha consentito la verifica puntuale della bontà delle già restrittive prescrizioni progettuali, la modulazione della frequenza e della intensità delle lavorazioni. L'arrivo al pozzo Brignole è avvenuto nel mese di novembre 2008. Una volta raggiunta la camera di ventilazione tutti i macchinari hanno oltrepassato il pozzo e hanno proseguito l'avanzamento sulla tratta 4 sino all'incontro con il fronte di avanzamento da Corvetto avvenuto nel mese di dicembre 2008.

Innesto pozzo L.go Lanfranco con galleria di linea

Si è trattato di un piccolo scavo e rivestimento del cunicolo di collegamento. ■

tion, in correspondence with the undercrossing of the group of rails at the Brignole station, which had to be done without interrupting or limiting railway operation. There were many reasons for the criticalities of the undercrossing in operating conditions, including the low coverings, ranging from 4 to 7 metres, and the inconsistent material, consisting mainly of filling material.

After identifying a section of about 65 metres beneath the complete group of rails, the designer prescribed using a series of highly conservative geomechanical sections, in which the consolidation activities were of primary importance for the success of the undercrossing.

The undercrossing's first consolidations began at 280 metres in April 2008, and were completed at 345 metres in October 2008.

Just as important was the preparation of a continuous, real-time monitoring that made it possible to determine the deformations induced onto the rail by the underground construction activities.

The prompt and continuous monitoring of these deformations made it possible to accurately verify the soundness of the already restrictive design specifications, and to modulate the frequency and intensity of the working activities. The arrival at the Brignole shaft took place in the month of November 2008. Once the ventilation chamber was reached, all the machinery passed the shaft and continued the advance on section 4 until the meeting with the heading face from Corvetto, which took place in December 2008.

Connection of Largo Lanfranco shaft with the line tunnel

This was a small excavation and covering of the connection adit. ■