

Ettore Pagani, Director General, Consorzio COCIV, Italy
 Giovanna Cassani, Technical Director, Rocksoil S.p.A., Italy

Terzo Valico dei Giovi

Alta velocità/alta capacità Milano–Genova

Il Terzo Valico dei Giovi, sulla linea AV/AC Milano – Genova è inserito tra i 30 progetti prioritari europei e collega il porto di Genova con Milano e Torino in Italia, fino a Rotterdam/Aversa attraverso la Svizzera. L'Opera, iniziata nell'aprile del 2012, prevede in particolare la realizzazione di 34 km di due gallerie a semplice binario affiancate e collegate da by-pass ogni 500m.

Terzo Valico dei Giovi

Milan–Genoa High Speed/High Capacity Line

The Terzo Valico dei Giovi, on the High Speed/High Capacity (HS/HC) Milan–Genoa line is one of 30 European priority projects and links the port of Genoa to Milan and Turin in Italy, continuing on to Rotterdam/Antwerp through Switzerland. The works, which began in April 2012, primarily involve the construction of two single-track, parallel tunnels with a total length of 34 km, connected by cross-passages every 500 m.

1 Descrizione del progetto

La linea ferroviaria Milano–Genova è inserita tra i 30 progetti prioritari europei approvati dall'Unione Europea il 29 aprile 2004 (n° 24 «Asse ferroviario Lione/Genova–Basilea–Duisburg–Rotterdam/Anversa») come nuovo pro-



1 Il Sistema AV/AC in Italia
 Second High Speed/High Capacity system in Italy

1 Description of the Project

The Milan–Genoa railway line is included as one of the 30 European priority projects approved by the European Union on 29 April, 2004 (project No. 24, Lyon/Genoa–Basle–Duisburg–Rotterdam/Antwerp rail link), known as the “Bridge between two Seas” Genoa–Rotterdam (Fig. 1). The new mountain pass line will generally improve the connections between the port of Genoa and the inland Po Valley area as well as to northern Europe with a significant increase in transport capacity, particularly for freight, to meet the growing traffic demand.

The third pass spans a distance of approximately 53 km and presents particular challenges in terms of construction because of the presence of long tunnels traversing approximately 34 km of the complex Apennine range located between the Piedmont and Liguria. The line crosses the provinces of Genoa and Alessandria, affecting the territories of twelve municipalities. It then extends to Tortona along the Genoa–Milan line and to Novi Ligure along the Genoa–Alessandria–Turin line (Fig. 2). In compliance with the latest safety standards, the underground line consists of two single-track, side-by-side tunnels with cross-passages every 500 m which allow each tunnel to serve as a safe area for the other (Fig. 3).

The new line will be linked to the south at Voltri and Bivio Fegino through interconnections with the railway facilities at Genoa Junction (for which upgrading and expansion work are underway) and with the harbours at Voltri as well as the

«Terzo Valico dei Giovi»

Hochgeschwindigkeitsstrecke Mailand–Genua

Die Verbindung «Terzo Valico dei Giovi» auf der Hochgeschwindigkeitsstrecke Mailand–Genua ist eines der 30 vorrangigen europäischen Verkehrsprojekte. Sie verbindet den Hafen Genuas mit Mailand und Turin in Italien und reicht über die Schweiz bis nach Rotterdam/Antwerpen. Der im April 2012 begonnene Streckenneubau sieht für die Querung des ligurischen Apennins über insgesamt 34 Kilometer zwei getrennte Tunnelröhren vor, die alle 500 Meter eine Querverbindung aufweisen. Vorgesehen für die Tunnelbauweise ist sowohl das traditionelle Verfahren, nach der Methode ADECO-RS im Vollquerschnitt, als auch der mechanische Vortrieb mittels EPB-Schild. Für die Realisierung sind 115 Monate, sieben Basisstationen und 26 Baustellenflächen erforderlich. Die Gesamtkosten betragen 4,5 Mrd. Euro.

«Terzo Valico dei Giovi»

Le tronçon à grande vitesse Milan–Gênes

La liaison «Terzo Valico dei Giovi» sur le tronçon à grande vitesse Milan–Gênes est l'un des 30 projets de transport européens prioritaires. La ligne reliera le port de Gênes à Milan et à Turin en Italie, poursuivant jusqu'à Rotterdam et Anvers, en passant par la Suisse. La construction de cette nouvelle ligne, commencée en avril 2012, prévoit deux tubes de tunnels séparés sur un total de 34 kilomètres pour la traversée des Apennins ligures. Ils auront une liaison transversale tous les 500 mètres. Pour le mode de construction des tunnels, on utilise aussi bien le procédé traditionnel d'excavation en pleine section selon la méthode ADECO-RS (Lunardi) que le creusement mécanique au tunnelier EPB. Pour la réalisation, 115 mois seront nécessaires, avec sept stations de base et 26 zones de chantier. Le montant total des coûts s'élèvera à 4,5 milliards d'euros.

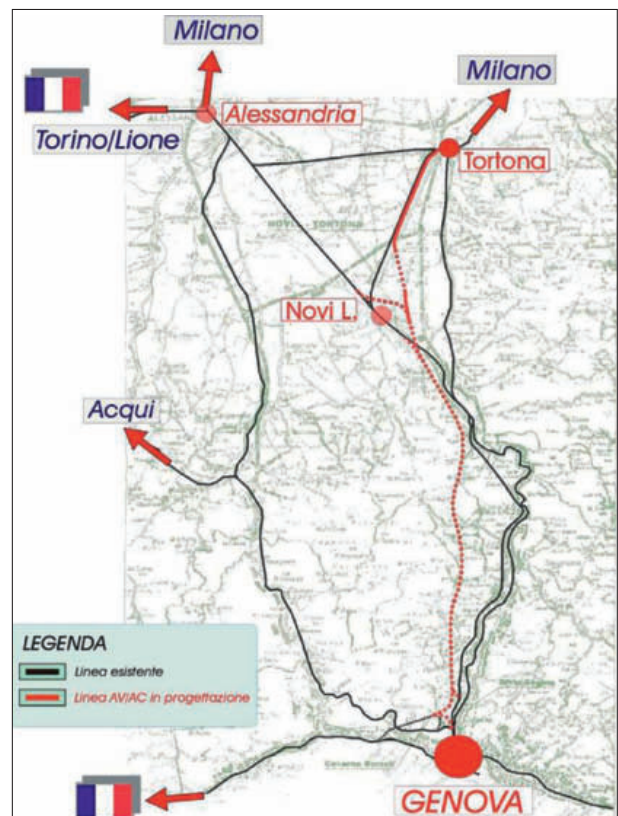
getto europeo, il cosiddetto «Ponte tra i due Mari» Genova–Rotterdam (fig. 1). La nuova linea di valico migliorerà in generale i collegamenti dal porto di Genova con l'entroterra della pianura Padana ed il Nord Europa con aumento significativo di capacità di trasporto, in particolare merci, per soddisfare la crescente richiesta di traffico.

Il Terzo Valico si sviluppa su un tracciato di circa 53 km e costituisce un'opera particolarmente impegnativa per la presenza di lunghe gallerie che si sviluppano per circa 34 km nella complessa catena appenninica situata tra Piemonte e Liguria. Il tracciato attraversa le province di Genova e Alessandria, interessando il territorio di 12 Comuni. Si sviluppa quindi lungo la direttrice Genova–Milano, fino a Tortona, e lungo la direttrice Genova–Alessandria–Torino, fino a Novi Ligure (fig. 2). In linea con i più recenti standard di sicurezza il tracciato in sotterraneo è costituito da due gallerie a semplice binario affiancate con collegamenti trasversali ogni 500 m che consentono a ciascuna galleria di essere luogo sicuro rispetto all'altra (fig. 3).

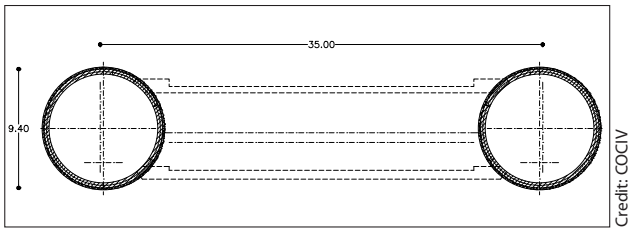
La nuova linea sarà collegata, a Sud mediante l'interconnessione di Voltri ed il Bivio Fegino con gli impianti ferroviari del Nodo di Genova (per i quali sono in corso i lavori di adeguamento funzionale e di potenziamento), e con i bacini portuali di Voltri e del Porto Storico. A Nord, nella piana di Novi Ligure, il tracciato si collega alle linee ferroviarie esistenti Genova – Torino (per i flussi di traffico in direzione Torino e Novara – Sempione) ed alla linea Tortona–Piacenza–Milano (per il traffico in direzione Milano–San Gottardo).

Il tracciato attraversa l'Appennino Ligure con la Galleria di Valico, della lunghezza di galleria di 27 km, e fuoriesce all'aperto nel comune di Arquata Scrivia proseguendo verso

historic port area. To the north, on the Novi Ligure plain, the line connects to the existing Genoa–Turin railway lines (for traffic flows in the direction of Turin and Novara–Sempione) and to the Tortona–Piacenza–Milano line (for traffic going toward Milan–San Gottardo).



2 Il Terzo Valico dei Giovi e la rete esistente
Il Terzo Valico dei Giovi and the existing network



Credit: COCIV

3 Sezione trasversale gallerie ferroviarie
Cross-section of railway tunnels

la piana di Novi Ligure sottopassando con la Galleria di Serravalle di 7 km il territorio di Serravalle Scrivia (fig. 4).

La parte in sotterraneo comprende poi la Galleria Campasso, lunga circa 600 m e le due Gallerie di interconnessione di Voltri, della lunghezza di circa 2 km ciascuna. La Galleria di Valico prevede quattro finestre di accesso intermedio, sia per motivi costruttivi sia di sicurezza (Finestre Polcevera, Cravasco, Castagnola e Vallemme). Dall'uscita della galleria di Serravalle la Linea principale si sviluppa prevalentemente all'aperto o in galleria artificiale, fino all'innesco sulla linea esistente a Tortona (itinerario per Milano); mentre un ramo in deviata a 160 km/h realizza il collegamento in sotterraneo da e per Torino sull'attuale linea Genova–Torino (fig. 4).

Da un punto di vista costruttivo le opere più significative del Terzo Valico sono rappresentate dalle seguenti gallerie naturali:

- Galleria Campasso 716 m (canna singola a due binari)
- Galleria Interconnessione Voltri pari 2000 m (canna singola a singolo binario)
- Galleria Interconnessione Voltri dispari 2250 m (canna singola a singolo binario)
- Galleria di Valico 27 110 m (due canne a singolo binario)
- Galleria Serravalle 7.094 m (due canne a singolo binario)
- Finestre di accesso alla linea 7.200 m
- Gallerie artificiali 8.000 m

Opere Works	Sviluppo binario pari (ml) Length of Track (m)
Linea Principale Main Line	53,087
• in galleria/in tunnels	36,910
• all'aperto/above ground	16,177
• Finestre/adits	7,200
Interconnessioni Interconnections	25,308
• all'aperto/above ground	8,808
• in galleria/in tunnels	16,500

Credit: Ari te labo

Tabella 1 Ebis dem ut labor as et in cus

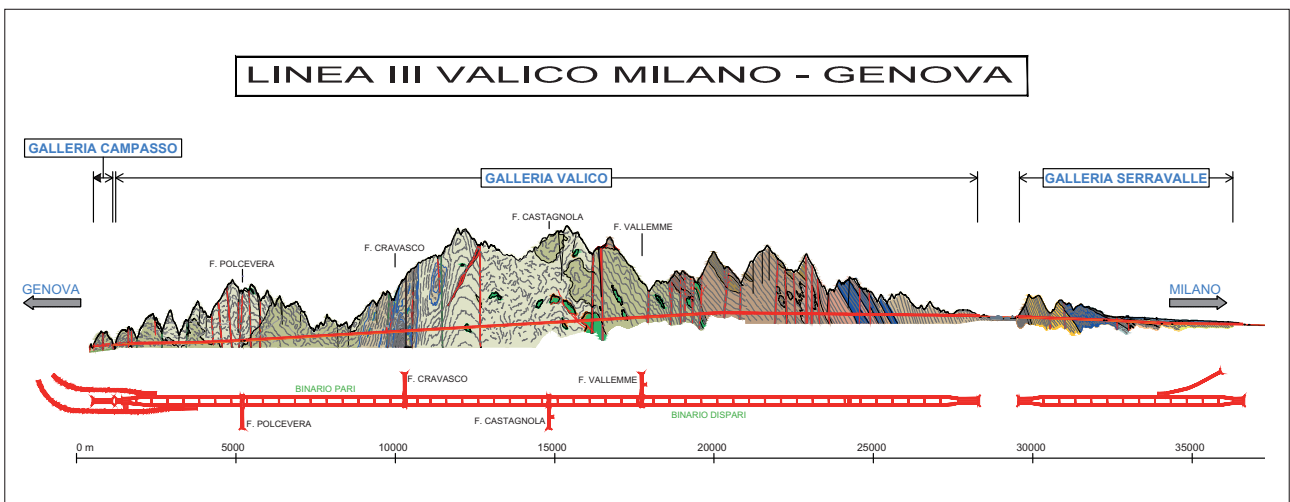
Table 1 Ebis dem ut labor as et in cus

The route crosses the Ligurian Apennines through the 27 km long Valico Tunnel, exiting in the municipality of Arquata Scrivia and continues towards the Novi Ligure plain, passing under it through the 7 km Serravalle Tunnel in the Serravalle Scrivia region (Fig. 4).

The underground portion includes the approximately 600 m long Campasso Tunnel and the two interconnecting tunnels at Voltri, each with a length of approximately 2 km.

Four intermediate access adits are anticipated for the Valico Tunnel, both for structural and safety purposes (Polcevera, Cravasco, Castagnola and Vallemme adits). From the Serravalle Tunnel exit, the main line is predominantly above ground or in an artificial tunnel, until it joins the existing line in Tortona (en route to Milan), while a diverging branch line with a turnout speed limit of 160 km/h establishes the underground connection to and from Turin on the existing Genoa–Turin line.

In terms of construction, the following tunnels are the most significant works of the Terzo Valico:



Credit: COCIV

4 Profilo geologico del tratto in galleria
Geological longitudinal section of the tunnelled route section

Gli standard di progetto prevedono una velocità massima di tracciato della linea principale di 250 km/h, 100–160 km/h per le interconnessioni, una pendenza massima 12,5 ‰, l'alimentazione a 3kV in corrente continua, ma con predisposizione delle infrastrutture per 2 x 25kV in corrente alternata, e il sistema di segnalamento ERTMS tipo 2.

1.1 Opere per la sicurezza della Linea

All'interno della Galleria di Valico, in corrispondenza della Finestra Val Lemme, è stata prevista una fermata di sicurezza attrezzata per l'esodo dei passeggeri di un treno nel caso di un incidente o di un avaria significativa.

Il sistema prevede di affiancare le 2 gallerie di linea ferroviarie con altre 2 gallerie pedonali per l'evacuazione dei passeggeri della lunghezza di 750 m, collegate tra loro da un «transetto» che sovrappassando entrambi i binari, raggiunge la finestra Val Lemme che costituisce l'uscita di sicurezza e l'accesso dei mezzi di soccorso.

Questo sovrappasso, insieme ad un sistema di 15 + 15 bypass che collegano le 2 banchine con le 2 gallerie di sfollamento, consente di trasferire in condizioni di sicurezza i passeggeri di un treno in avaria alla banchina opposta per imbarcarli su un altro treno, oppure, in casi estremi, avviarli all'uscita di sicurezza costituita dalla finestra Val Lemme.

È inoltre prevista la realizzazione di un sistema di gallerie carrabili che mette in comunicazione la finestra con la galleria di sfollamento Binario Dispari. L'attraversamento della linea ferroviaria è realizzato mediante un passaggio a raso.

Una seconda area sicura è prevista a Libarna nel tratto di linea che esce all'aperto, compreso fra le gallerie di Valico e Serravalle, dotato di binario di precedenza e ricovero, avrà la doppia funzione di Posto di Comunicazione e di area di sicurezza.

1.2 Il Committente, il contratto e il Piano finanziario dell'opera in Lotti Costruttivi

Il Committente è R.F.I. S.p.A. (Rete Ferroviaria Italiana), mentre ITALFERR S.p.A. svolge il ruolo di Alta Sorveglianza per conto del Committente. Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) ha approvato il Progetto Definitivo dell'opera nell'aprile del 2006 e nel novembre 2010 (Delibera n. 84/2010) ha autorizzato l'avvio della realizzazione della tratta in sei lotti costruttivi non funzionali. Nel novembre 2011 è stato firmato il contratto (Atto Integrativo) tra il General Contractor COCIV (Salini Impregilo 64%, Condotte 31%, Civ 5%) e RFI, che prevede la Progettazione Esecutiva, la Direzione Lavori e la realizzazione dell'Opera, iniziata nell'aprile del 2012.

L'importo complessivo del contratto è di circa 4.500 milioni €, la durata del contratto è di 115 mesi e la fine dei lavori è prevista per il 2021. Il contratto prevede che il 60% dell'importo delle opere civili e dell'armamento sia obbligatoria-

- Campasso Tunnel: 716 m (single-tube, dual-track)
- Voltri Interconnecting Tunnel, even: 2000 m (single-tube, single-track)
- Voltri Interconnecting Tunnel, odd: 2250 m (single-tube, single-track)
- Valico Tunnel: 27,110 m (dual-tube, single-track)
- Serravalle Tunnel: 7,094 m (dual-tube, single-track)
- Access adits for the line 7,200 m
- Artificial tunnels: 8,000 m

Design standards provide for a maximum speed of 250 km/h on the main line, 100–160 km/h for interconnections, a maximum gradient of 12.5 ‰, a DC power supply of 3 kV but with infrastructure that provides for 2 x 25 kV AC, and a Type 2 ERTMS signalling system.

1.1 Safety Provisions for the Line

A safety stop equipped for the evacuation of train passengers in the event of an accident or a significant failure is planned for inside the Valico Tunnel at the Lemme Valley adit.

The system involves the juxtaposition of the two railway tunnels with two other pedestrian tunnels for the evacuation of passengers; the tunnels are 750 m long and are linked together via a "transect" that passes over both tracks, reaching the Lemme Valley adit, which serves both as the emergency exit and as the emergency vehicle access point.

This overpass, along with a 15 + 15 bypass, connects the two platforms with the two evacuation tunnels and affords the passengers of a damaged train safe passage to the opposite platform to board another train or, in extreme cases, route them to the safety exit at the Lemme Valley adit. The construction of a vehicular tunnel system that connects the adit with the Binario Dispari evacuation tunnel is also planned. The railway line is crossed by means of a level passage.

There are plans for a second safety area at Libarna, in the above-ground section of the line between the Valico and Serravalle Tunnels; it will be equipped with a priority shelter track and will have the dual function of communications area and safety area.

1.2 The Client, the Contract and financial Planning for the Project in constructive Batches

The Client is R.F.I. SpA (Italian Railway Network), while ITALFERR S.p.A. performs the role of project supervision on behalf of the Client. The Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) approved the final design for the work in April 2006 and authorized the initiation of construction of the six non-functional construction batches in November 2010 (Resolution No. 84/2010). In November 2011, the General Contractor COCIV (Salini Impregilo 64%, Condotte 31%, Civ 5%) and R.F.I. signed the contract (Amendment) which provides for the detailed engineering design, the construction management and the construction work which commenced in April of 2012.

FINANCING OF BATCHES/FINANZIAMENTO LOTTI				
LOTTO/ BATCH	Inizio/ Start	Fine/ Finish	Durata/ Duration (months)	Mil €/ €
LOTTO 1/Batch 1	02/04/2012	03/05/2015	37	442.988.124
LOTTO 2/Batch 2	03/04/2013	01/10/2018	66	687.455.301
LOTTO 3/Batch 3	02/07/2015	02/07/2019	48	537.148.222
LOTTO 4/Batch 4	02/07/2016	02/07/2020	48	1.124.625.647
LOTTO 5/Batch 5	02/07/2017	02/09/2020	38	1.072.518.724
LOTTO 6/Batch 6	02/07/2018	02/12/2021	41	534.004.261
Preesercizio (RFI)/ Pre-exercise (RFI)			3	
TOTALE/TOTALS	02/04/2012	02/03/2022	118	4.398.740.279
assicurazioni/fidejussioni/ insurances/sureties				117.000.000
TOTALE COMMESSA/ CONTRACT TOTAL				4.515.740.279

Tabella 2 *Ebis dem ut labor as et in cus*

Table 2 *Ebis dem ut labor as et in cus*

mente eseguito da imprese terze, individuate attraverso bandi di gara internazionali.

2 Inquadramento geologico generale

Gli studi eseguiti, hanno evidenziato in particolare che la lunga galleria di Valico si sviluppa per circa il 30% all'interno di una zona particolarmente complessa dal punto di vista geologico, denominata ZONA SESTRI VOLTAGGIO, con coperture fino a circa 600 m, costituita da un'ampia superficie di faglia subverticale, orientata indicativamente nord-sud, osservabile per una lunghezza di circa 24 km. Secondo le interpretazioni più recenti, questa zona costituisce «un canale di concentrazione preferenziale della deformazione tettonica» e presenta, dal punto di vista geologico-strutturale, un grado di complessità molto elevato e rappresenta l'elemento di criticità più significativo per la realizzazione delle gallerie del III Valico.

A partire da Sud la Linea attraversa le seguenti formazioni (fig. 4):

Galleria di Valico

da km 1+215 a km 8+870

- Scisti micaceo – carbonatici del Passo della Bocchetta (Meta argilliti a Palombini). Scisti talora con livelli di calcari microcristallini e interstrati filladici. La roccia si presenta normalmente molto deformata.

da km 8 + 870 a km 12 + 450

- Fascia milonitica di Isoverde e Calcari di Gallaneto (Unità Monte Gazzo – Isoverde).
- Scisti micaceo – carbonatici milonitici con vene intrafoliarie di quarzo e albite. Sarà possibile incontrare lenti di serpentinoscisti, anidriti e gessi, carnioli, calcari. Roccia normalmente molto deformata. Per quanto riguarda le

The total volume of the contract is approximately 4.5 billion EUR, and the duration of the contract is 115 months with the completion date for the work scheduled for 2021. The contract stipulates that 60% of the civil and permanent way works must be performed by third party companies selected by means of international tenders.

2 General geological Framework

Studies have revealed that approximately 30% of the long Valico Tunnel in particular traverses an area of exceptional geological complexity; this area, called the Sestri Voltaggio Zone, has an overburden of up to 600 m and consists of the broad surface of a sub-vertical, indicatively north-south oriented fault which is observable for a length of approximately 24 km. According to the most recent interpretations, this zone constitutes “a channel of preferential concentration of the tectonic deformation”. It exhibits a very high degree of complexity with regard to geological structures and is the most significant critical element for the construction of the Terzo Valico tunnels.

Starting from the south, the line traverses the following formations (Fig. 4):

Valico Tunnel

from km 1+215 to km 8+870:

- Micaceous schists – carbonates of the Bocchetta Pass (meta-argillites to palombino marbles). Schists sometimes with layers of microcrystalline limestones and phyllitic interbedding. The rock is generally highly deformed.

from km 8+870 to km 12+450:

- Isoverde Mylonitic Band and Gallaneto limestones (Monte Gazzo – Isoverde Unit).
- Micaceous schists – mylonitic carbonates with intrafoliated veins of quartz and albite. Some occurrences of ser-

criticità di tipo idrogeologico, il problema principale potrebbe essere costituito dall'attraversamento (comunque poco probabile) dei Calcari di Gallaneto che fanno parte di un importante acquifero carsico sotteso dall'alto bacino idrografico del Rio Verde. Per questa ragione su richiesta del CIPE è stato parzialmente modificato il tracciato della Finestra Cravasco.

da km 12+450 a km 20+100

- Scisti micaceo-carbonatici del Passo della Bocchetta (meta-argilliti a Palombini) con presenza di basalti dispersi all'interno degli scisti. Si tratta di scisti micaceo-carbonatici con vene di quarzo e albite. Localmente vi è presenza di calcari microcristallini, con strati filladici e corpi lenticolari basaltici associati a diaspri. La roccia è normalmente molto deformata e con grado di fratturazione molto elevato.

da km 20+100 a km 23+450

- Conglomerati della Formazione di Molare, costituiti da conglomerati poligenici in banchi e strati, a matrice arenacea. All'interno della Formazione di Molare sono presenti dei sistemi di flusso idrico-sotterraneo, per cui la circolazione idrica sotterranea è localmente importante. La Formazione di Molare, infatti, nella sua porzione più superficiale e più cementata, è sede di un sistema acquifero diffusamente sfruttato per scopi idropotabili. Problematiche di scavo sono legate, per quanto riguarda le caratteristiche litostratigrafiche, alla forte eterogeneità granulometrica dei conglomerati, in particolare alla presenza di grossi blocchi lapidei immersi in una matrice fine poco cementata e con scarsa coesione.

da km 23+450 a km 28+464

- Marne di Rigoroso e Formazione di Costa Areaa. Marne siltoso-argillose con intercalazione di arenaria fine (Marne di Rigoroso); marne e arenarie cementate (Flysch di Rigoroso); marne arenacee ed arenarie medio-grossolane (Membro di Costa Montada); formazione flyschoid costituita da marne siltose poco cementate, marne carbonatiche cementate, sabbie poco cementate e arenarie fini (Formazione di Costa Areaa). Il grado di fratturazione della roccia si presenta da medio a elevato.

Galleria Serravalle

da km 29+491 a km 36+585

- Formazioni attraversate: Marne di Cessole, Arenarie di Serravalle, Marne di Sant'Agata Fossili, Formazione gessoso-solfifera, conglomerati di Cassano Spinola, Argilla di Lugagnano. Si tratta di marne siltose omogenee e siltiti, con intercalazioni di arenarie fini e marne calcaree (Marne di Cessole); arenarie fini e siltiti, marne argillose omogenee; da km 32+020 a km 33+120 formazione gessoso-solfifera, costituita da prevalenti peliti, siltiti ed areniti fini con intercalazioni caotiche di blocchi di gesso selenitico, livelli di gessoareniti e blocchi di calcari vacuolari per dissoluzione dei cristalli di gesso (Formazione gessoso-solfifera);

pentine schists, anhydrites and gypsums, calcareous and limestones. Rocks are generally highly deformed. Regarding the critical hydrogeological issues, the main problem might be the crossing (however unlikely) of the Gallaneto limestones, which form part of an important karst aquifer underlying the upper catchment area of Rio Verde. For this reason, the layout of the Cravasco adit was partially modified at the request of CIPE.

from km 12+450 to km 20+100 :

- Micaceous schists – carbonates of the Bocchetta Pass (meta-argillites to palombino marbles) with occurrence of basalts dispersed within the schists. These are micaceous schists – carbonates with veins of quartz and albite. Local occurrence of microcrystalline limestones with phyllitic strata and lenticular basaltic bodies associated with jaspers. The rock is generally highly deformed and exhibits a very high degree of fracturing.

from km 20+100 to km 23+450:

- Conglomerates of the Molare Formation, consisting of polygenic conglomerates in benches and strata in an arenaceous matrix. The Molare Formation contains groundwater flow systems, making groundwater locally significant. In fact, the uppermost part of the Molare Formation is more highly cemented and contains an aquifer system which is widely used as a source of potable water. With regard to lithostratigraphic properties, excavation challenges are linked to the strong granulometric heterogeneity of the conglomerates, specifically to the occurrence of large stone blocks embedded in a poorly cemented fine matrix with poor cohesion.

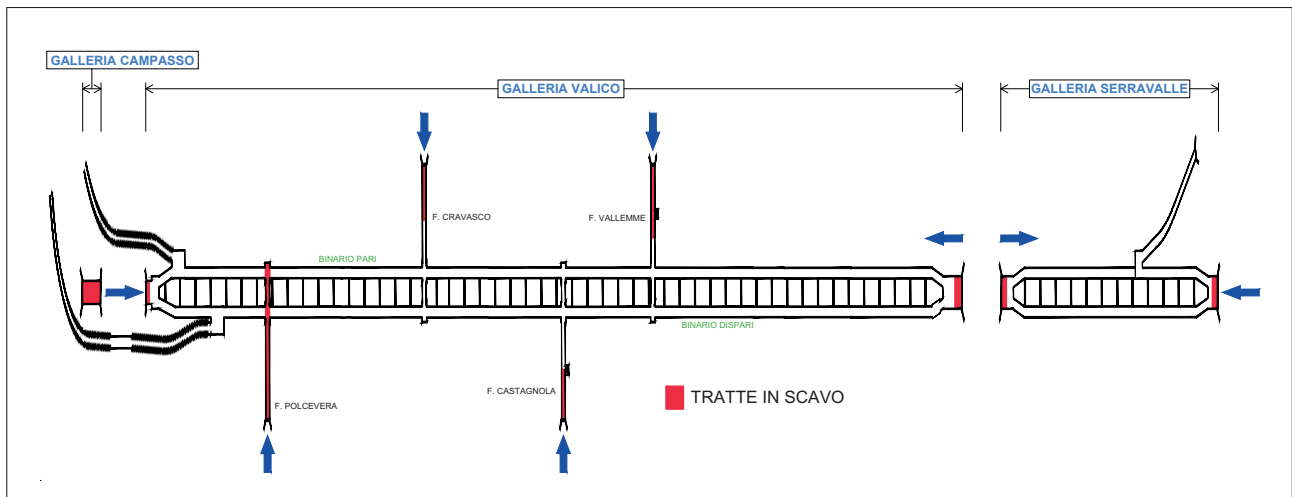
from km 23+450 to km 28+464:

- Marls of the Rigoroso Formation and the Costa Areaa Formation. Silty, clayey marl with intercalations of fine sandstone (Rigoroso Marls); cemented marls and sandstones (Rigoroso Flysch); arenaceous marls and medium to coarse sandstones (member of the Costa Montada Formation); flyschoid formation consisting of poorly cemented silty marl, cemented marl carbonates, poorly cemented sands and fine sandstones (Costa Areaa Formation). The degree of fracturing occurring in the rock is medium to high.

Serravalle Tunnel

from km 29+491 to km 36+585 :

- Formations crossed: Cessole marls, Serravalle sandstones, Sant'Agata Fossili marls, Gypsiferous-Sulphuriferous Formation, Cassano Spinola conglomerates, Lugagnano clay. These are homogeneous silty marls and siltstones with intercalations of fine sandstones and calcareous marls (Cessole marls); fine sandstones and siltstones, homogeneous clayey marls. From km 32+020 to km 33+120: Gypsiferous-Sulphuriferous Formation consisting of prevalent pelites, siltstones and fine sandstones with chaotic intercalations of selenitic gypsum blocks, layers of gypsiferous



Credit: COCIV

5 *Tratte in corso di scavo*

Sections under excavation (February 2016)

conglomerati poligenici a matrice arenacea con clasti a granulometria grossolana, di natura calcarea ed arenacea, eterogeneamente cementati. Intercalati agli strati conglomeratici sono presenti livelli centimetrici siltoso-sabbiosi poco cementati (conglomerati di Cassano Spinola); da km 33+770 a km 36+585 silt argillosi con intercalazioni sabbiose e arenitiche (Argille di Lugagnano).

- Tutte le formazioni sono considerate porose ad eccezione della formazione gessoso-solfifera. Problematiche di scavo: lungo la galleria di Serravalle, nell’ambito delle Arenarie di Serravalle non sono evidenziabili particolari problematiche in fase di scavo. I livelli piezometrici sono modesti vista la vicinanza dell’alveo dello Scrivia. Le venute idriche principali sono localizzate nelle zone di sottoattraversamento dei solchi vallivi con basse coperture e localmente in corri-

sandstones and blocks of limestones with vacuoles formed by the dissolution of gypsum crystals (Gypsiferous-Sulphuriferous Formation); polygenic conglomerates in a sandy matrix with coarse-grained, calcareous and arenaceous, heterogeneously cemented clasts. Intercalated with the conglomerate strata are silty-sandy, poorly cemented layers with thicknesses on the order of centimetres (Cassano Spinola conglomerates). From km 33+770 to km 36+585: clayey silt with sandy and arenitic intercalations (Lugagnano clays).

- All the formations are considered porous except for the Gypsiferous-Sulphuriferous Formation.
- Excavation challenges: No particular challenges for the excavation phase have been detected within the Serravalle sandstones along the Serravalle Tunnel. The piezometric levels are low given the proximity of the Scrivia riverbed. The principal hydraulic influxes are located in the areas crossing under the valley floors where the overburden is thin and locally, in the most permeable layers, within the Serravalle Sandstones. In the section next to the northern entrance, lengthy advancement in the section with the diminished overburden presents a challenge. For more than approximately 1000 m from the entrance, the thickness of the overburden is less than the diameter of the tunnel, and this critical section is to be excavated entirely within the Lugagnano clays, which exhibit poor mechanical strength properties.

Cantieri Construction Sites	Nr No.
Campi Base Liguria Liguria Base Camps	2
Campi Base Piemonte Piedmont Base Camps	5
Cantieri Operativi Liguria Liguria Operational Sites	5
Cantieri Operativi Piemonte Piedmont Operational Sites	12
Cantieri Armamento Permanent Way Sites	2
Cantieri Operativi Viabilita' Road Network Operational Sites	7
Totale Totals	33

Tabella 3 *Ebis dem ut labor as et in cus*

Table 3 *Ebis dem ut labor as et in cus*

Artificial tunnel and above-ground track

From the northern entrance of the Serravalle Tunnel, most of the line runs above ground and in an artificial tunnel affecting the alluvial plain formations of the plain of the Scrivia River and its tributaries.

3 Logistics and Site Preparation

The location of the construction sites is closely linked to both the availability of space and the location of the tunnel

spondenza dei livelli più permeabili all'interno delle Arenarie di Serravalle. Nella tratta prossima all'imbocco nord un problema è costituito dal lungo sviluppo del settore con ridotte coperture. Dall'imbocco per oltre 1000 metri circa la copertura risulta inferiore al diametro della galleria e tale tratto critico è da scavarsi interamente all'interno delle Argille di Lugagnano, con scadenti caratteristiche di resistenza meccanica.

Galleria Artificiali e Tratte all'aperto

A partire dall'imbocco nord della Galleria Serravalle il tracciato si sviluppa prevalentemente all'aperto ed in galleria artificiale interessando le formazioni alluvionali della Piana del Torrente Scrivia e dei suoi affluenti.

3 Logistica e cantierizzazione

L'ubicazione delle aree di cantiere è strettamente legata sia alla disponibilità di spazi, sia all'ubicazione degli imbocchi delle finestre e delle gallerie. Ove possibile si è scelto di localizzare i cantieri, in particolare quelli operativi e di servizio, in aree dismesse, ove si manifestavano necessità di recupero urbanistico e comunque in aree tali da limitare il più possibile l'impatto con l'ambiente antropico e naturale circostante.

La cantierizzazione dell'intera opera prevede:

- la realizzazione dei campi base e villaggi per ospitare il personale impegnato nei lavori;
- la realizzazione dei cantieri operativi;
- gli impianti di betonaggio;
- gli impianti per lo scavo e la realizzazione delle gallerie;
- le installazioni per realizzare la sovrastruttura ferroviaria (massciata e binari);
- le installazioni per la realizzazione degli impianti tecnologici ferroviari (elettrificazione, segnalamento, telecomunicazione, illuminazione, forza elettromotrice, ecc.);
- gli impianti per la frantumazione e produzione degli inerti necessari per i calcestruzzi;
- altre aree di cantiere lungo linea a servizio delle opere o di lavorazioni puntuali;
- i siti estrattivi per ricavare gli inerti necessari alla realizzazione delle opere in terra o in calcestruzzo;
- la viabilità ed il supporto logistico per l'alimentazione dei cantieri e relative unità operative;
- le opere di mitigazione degli impatti ambientali che si vengono inevitabilmente a creare con una cantieristica estesa e complessa come quella indispensabile per realizzare le opere, i ripristini dei siti interessati dai cantieri al termine della loro attività.

I cantieri base (o campi base), costituiscono veri e propri villaggi, concepiti in modo tale da essere pressoché indipendenti dalle strutture socio-economiche locali e in grado di ospitare 300–500 persone ciascuno. Per la loro installazione sono state individuate aree, per quanto possibile, accessibili dalla viabilità esistente (tab.3).

Materiali Materials	Quantità Quantities	
Scavi Excavation	16,0 milioni 16.0 million	mc m ³
Calcestruzzi Concrete	3,8 milioni 3.8 million	mc m ³
Spritz – Beton Shotcrete	1,2 milioni 1.2 million	mc m ³
Inerti per calcestruzzi Aggregates for concrete	9,6 milioni 9.6 million	ton tonnes
Acciaio per c.a. Steel for reinforced concrete	200.000	ton tonnes
Acciaio per centine Steel for ribs	153.000	ton tonnes
Conci prefabbricati Precast segments	330.000	mc m ³
Asfalti Asphalt	220.000	mc m ³
Tubi in vetroresina Fibreglass tubes	6.000	km

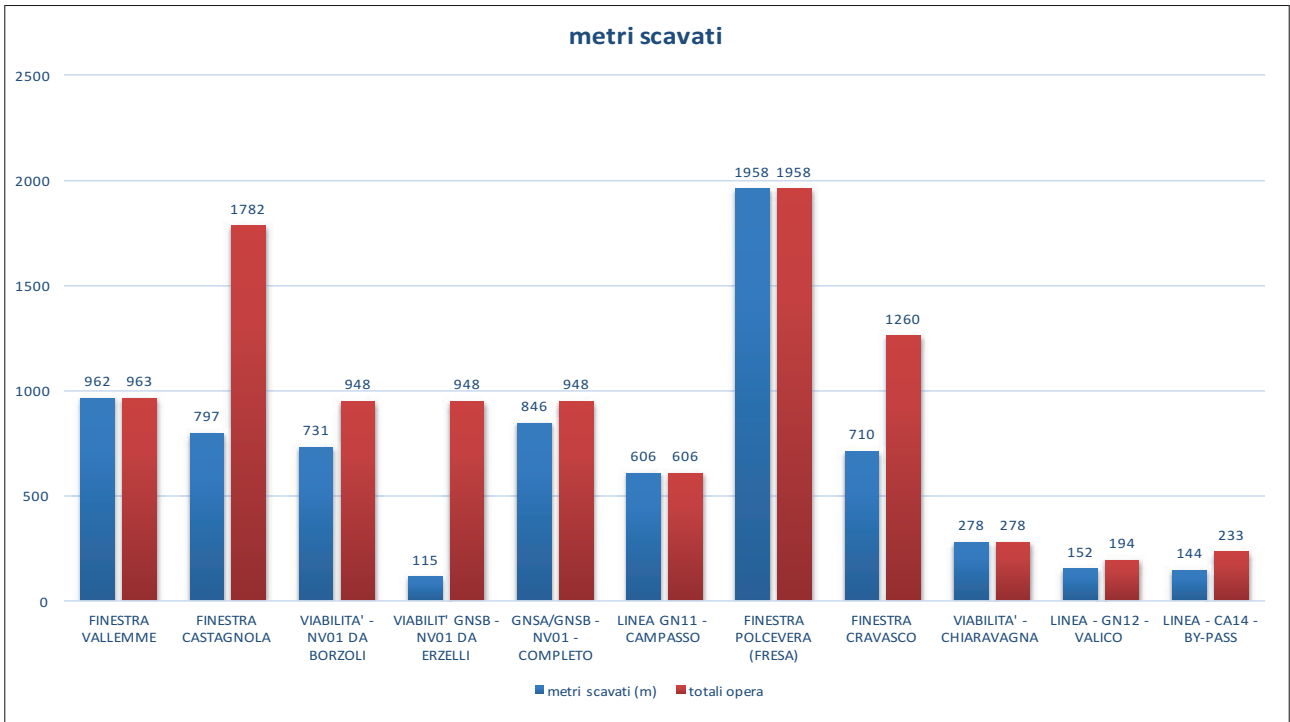
Tabella 4 *Ebis dem ut labor as et in cus*

Table 4 *Ebis dem ut labor as et in cus*

entrances and adits. Where possible, the locations chosen for the construction sites, particularly those for operational and service purposes, were brownfield areas in need of urban renewal, or in any case, areas where the impact on the anthropogenic environment and natural surroundings would be as limited as possible.

Site preparation for the entire project includes:

- the construction of base camps and villages to accommodate the personnel engaged in the work;
- the construction of operational sites;
- concrete mixing facilities;
- equipment for the excavation and construction of the tunnels;
- installations for constructing the railway superstructure (ballast and tracks);
- installations for the construction of railway technological installations (electrification, signalling, telecommunications, lighting, electromotive force, etc.);
- installations for the crushing and production of the aggregates needed for the concrete;
- other construction site areas along the service line for the project or for intermittent work;
- extraction sites for quarrying the aggregates needed for carrying out the earthworks or for concrete;
- the road network and logistical support for the supply of construction sites and related operational units;
- mitigation of environmental impacts that are inevitably created with construction sites as extensive and complex as those necessary to complete this project and restoration



Credit: COCIV

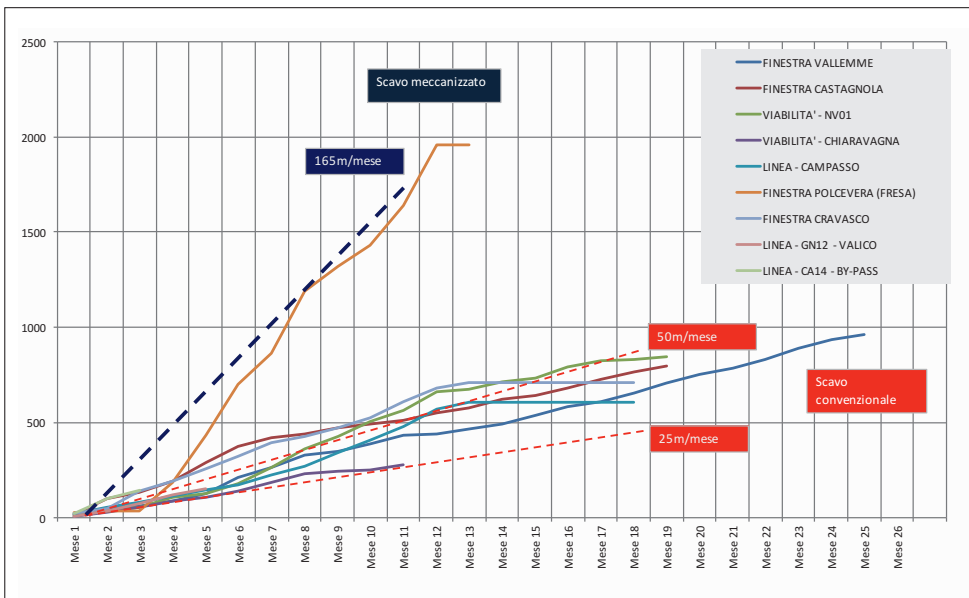
6 Metri lineari scavati

Linear metres excavated (February 2016)

Un'opera di questo genere comporta la movimentazione e l'approvvigionamento di una notevole quantità di materiali. Il problema principale è legato al deposito delle terre e delle rocce estratte durante gli scavi: trattandosi di materiale sostanzialmente non reimpiegabile, è stato scelto di utilizzarlo per il recupero ambientale di cave dismesse, particolarmente numerose nella zona pianeggiante del Piemonte, nella provincia di Alessandria. Ciò ha comportato, di conseguenza, ad un certo frazionamento dei siti

of the sites affected by the construction upon completion of the work.

The basic construction sites (or base camps) are proper villages, designed so as to be virtually independent of the local socio-economic structures and can accommodate 300 to 500 people each. To the extent possible, the areas which have been identified for their installation are accessible from existing roads (Table 3).

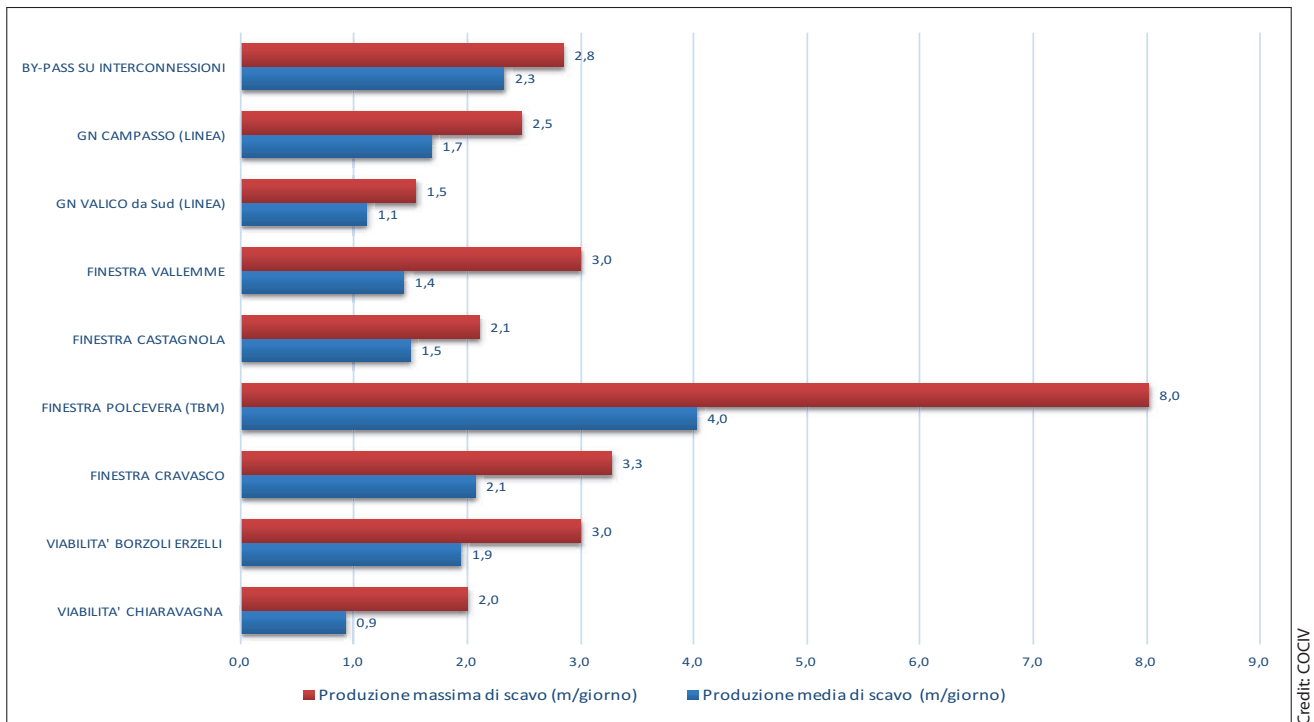


Credit: COCIV

7 Velocità di avanzamento

Rates of advance (February 2016)

Table 3 A project such as this entails the movement and supply of a considerable amount of material (Table 4). The major challenge is related to the deposition of the soil and rock extracted during excavations. As these are essentially non-reusable materials, it was decided to use them for the environmental restoration of abandoned quarries which are particularly numerous in the flat area of the Piedmont in the province of Alessandria. This has resulted in a certain fragmentation of deposition sites; to date, about twelve



Credit: COCIV

8 Velocità di avanzamento medie e massime

Maximum and average rates of advance (February 2016)

di deposito: ad oggi sono stati individuati circa 12 cave dismesse, atte a contenere il materiale proveniente dagli scavi, a distanze comprese tra i 5 e i 70 km dai luoghi di produzione.

4 Gli aspetti tecnologici e di produzione

Le gallerie dei III Valico saranno realizzate sia in scavo in tradizionale che in scavo meccanizzato. In particolare la Galleria Serravalle di 6.000 m sarà realizzata interamente con scavo meccanizzato, utilizzando due TBM EPBs del diametro di 9.73 m. La galleria di Valico sarà invece realizzata utilizzando entrambe le tecnologie: in scavo in tradizionale a partire dagli imbocchi sud e dalle quattro finestre di accesso, ed in meccanizzato, utilizzando due TBM EPBs del diametro di 9.77 m, dagli imbocchi nord.

I diametri di scavo delle gallerie di linea e delle finestre di accesso realizzate in tradizionale sono di circa 9 m. Lo scavo è realizzato a piena sezione, secondo l'approccio ADECO – RS, utilizzando consolidamenti del fronte di scavo laddove necessario.

Ad oggi sono stati scavati circa 8.000 m di gallerie e finestre di accesso (fig. 5 e 6). Le velocità medie di avanzamento sono state dell'ordine di 25–50 m/mese per lo scavo in tradizionale a piena sezione, in funzione dell'entità dei consolidamenti necessari, mentre per lo scavo meccanizzato le velocità medie sono state dell'ordine di 165 m/mese, con punte massime fino a 300 m/mese (fig. 7 e 8).

abandoned quarries, at distances of between 5 and 70 km from the production sites, have been identified to take material from excavation.

4 Technological and Production Aspects

Both conventional and mechanized excavation will be used for the Terzo Valico tunnels. The 6,000 m Serravalle Tunnel in particular will be completed entirely with mechanized excavation, using two 9.73 m diameter EPB TBMs. In contrast, the excavation of the Valico Tunnel will be carried out using both technologies: conventional excavation from the southern entrances and from the four access adits, and mechanized excavation, using two 9.77 m diameter EPB TBMs, from the northern entrances.

The excavated diameters of the line tunnels and the access adits, completed using conventional excavation, are approximately 9 m. The excavation was performed in full-section according to the ADECO – RS (Analysis of Controlled Deformation in Rocks and Soils) approach, using stabilisations at the excavation face where necessary.

To date (February 2016), approximately 8,000 m of tunnel entrances and adits have been excavated (Figs. 5 + 6). The average rates of advancement have been on the order of 25–50 m/month for conventional excavation in full-section, as a function of the degree of stabilisation necessary, whereas the average excavation velocities for the mechanized excavation are of the order of 165 m/month, with peaks of up to 300 m/month (Figs. 7 + 8).