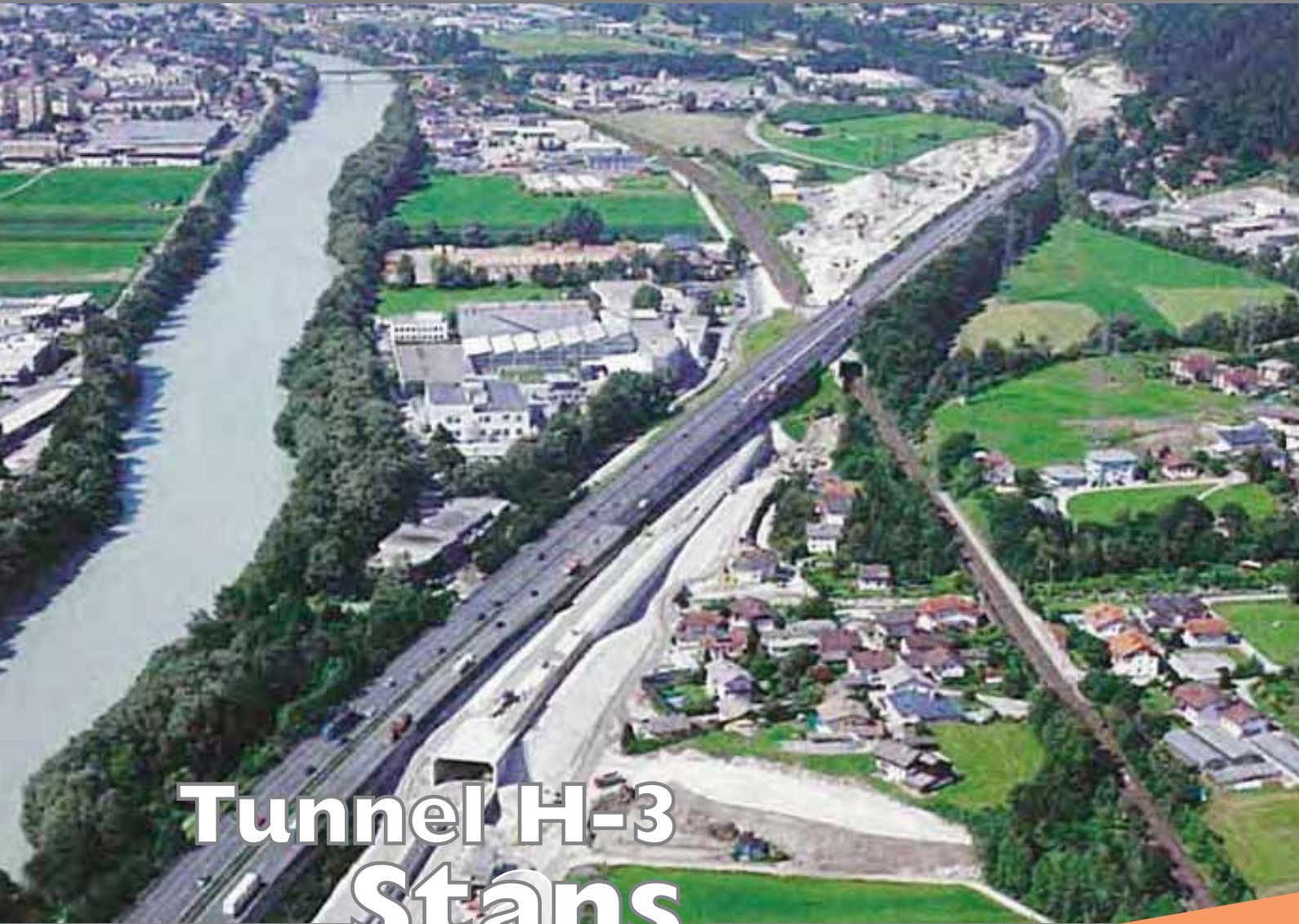


worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



Tunnel H-3 Stans

Innsbruck, Austria

Jet grouting
Jet grouting



Cliente :
Owner :

BRENNER RAILWAY ÖBB - AUSTRIA

Contrattista principale :
Main Contractor :

**ALPINE / GPS J.V. LOT H4-3 HIGH SPEED RAILWAY LINE MUNICH - VERONA
TUNNEL OF STANS INNSBRUCK - AUSTRIA (Tunnel di Stans - Innsbruck - Austria)**

Durata dei lavori :
Duration of work :

2005- 2007

Introduzione

La nuova linea ferroviaria ad alta velocità Verona-Monaco fa parte della direttrice Berlino-Palermo, vasto piano europeo definito TEN (Trans European Network).

La galleria di base del Brennero, 55 km di lunghezza, è seconda per dimensioni solo a quella del Gottardo che ne misura 57. Dopo Innsbruck, la nuova linea corre parallela al fiume Inn, come l'autostrada A12 e la ferrovia attualmente in esercizio diretta a Monaco. L'Austriaca Governo ha stabilito la Brenner Railway Company BEG GmbH, con ILF-Geoconsult ZT-iC per la progettazione delle opere geotecniche, e con lo Studio HBPM per il jet grouting, ha assegnato il lavoro al Consorzio Alpine/GPS, che a sua volta ha affidato a Trevi il subappalto per le opere di natura geotecnica e i consolidamenti.

Introduction

The new Munich-Verona high speed railway line is a section of the Berlin-Palermo rail link of the Trans-European Transport Network (TEN-T). The Brenner Base tunnel, with its twin 55km long tubes, is second in size only to the 57 km Gotthard Base Tunnel.

Beyond Innsbruck, the new railway line runs parallel to the river Inn, as does the A12 motorway as well as the railway to Munich. The Austrian Government established the Brenner Railway Company BEG, which appointed ILF Geoconsult ZT-iC for the Geotechnical Design and HBPM as jet grouting experts.

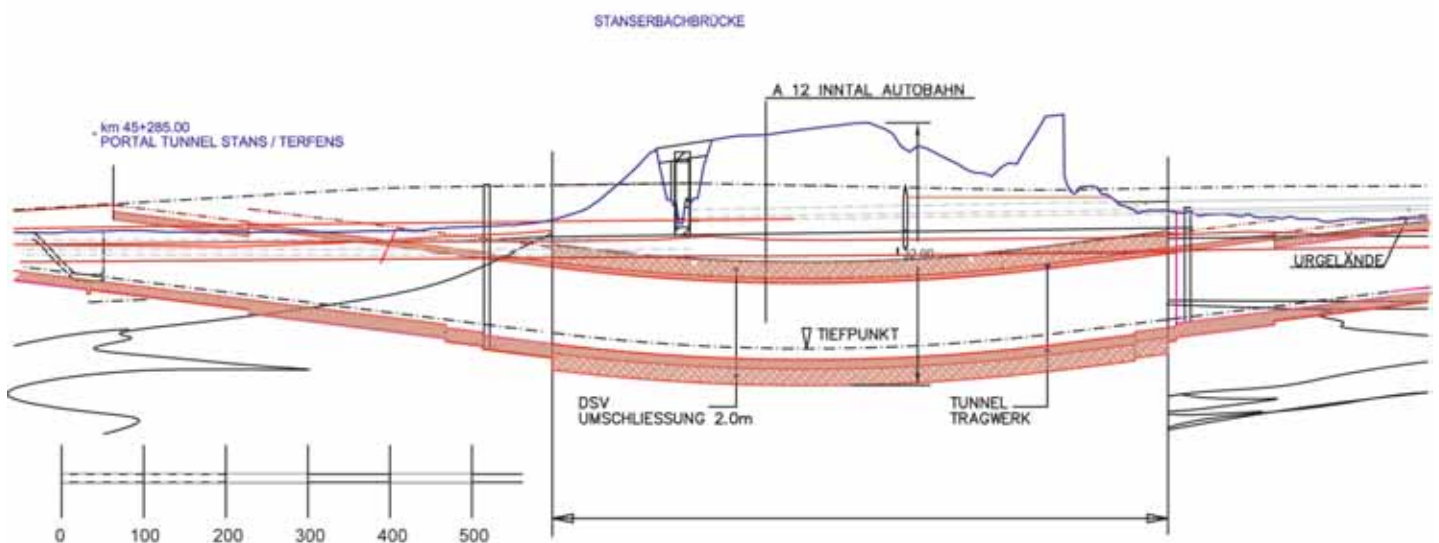
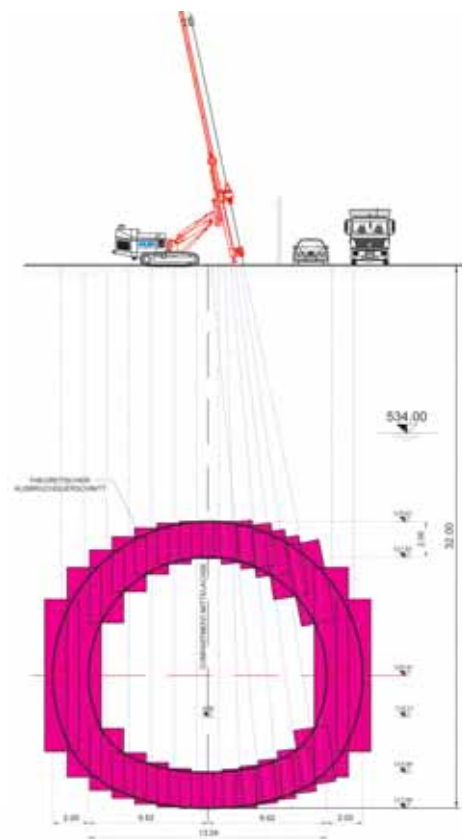
BEG GmbH entrusted the job to the Alpine/GPS joint venture, which then subcontracted to Trevi the performance of the geotechnical and consolidation works.



BEG ha previsto la realizzazione del tunnel sotto la protezione di un anello di terreno consolidato ed impermeabilizzato mediante jet grouting, dello spessore di 2 metri tutt'intorno alla superficie da scavare e con l'addizionale impiego di aria compressa per neutralizzare la permeabilità residua.

Trevi, che aveva ideato e brevettato una tecnica innovativa per la costruzione di gallerie posizionate al di sotto della falda dei corsi d'acqua, è risultata l'unica in grado di dare una risposta di carattere tecnologico e organizzativo alle problematiche poste dal progetto.

BEG prescribed the construction of the tunnel under the protection of a jet grouted ring of 2m of thickness, waterproof and consolidated, and the use of compressed air to neutralize any residual permeability. Trevi designed and patented an innovative technique for the construction of a tunnel below the ground water level; this technology has been considered reliable to give an answer to the technological and logistical problems.



Lavori eseguiti

Sono stati usati 10 gruppi da jet grouting e sono state eseguite in totale 15.300 colonne jet grouting con profondità massima di 35 metri. Sono stati consolidati in totale 120.000 metri cubi di terreno, con iniezione e jetting di 210.000 metri cubi di miscela cementizia.

Per il controllo del procedimento costruttivo sono stati utilizzati:

- il **sistema Intermetric** per il piazzamento delle attrezzature
- il **sistema Lutz** per la registrazione dei dati di perforazione e di jetting
- il **sistema Tigor** per la registrazione dell'andamento reale degli assi di perforazione

I dati di andamento geometrico e diametro di ciascuna colonna, ottenuti dai sistemi di registrazione, sono stati inseriti nel sistema di modellazione tridimensionale TREVI 3D Stans per verificare che, in qualunque sezione dell'anello di jet grouting, fosse stata raggiunta la sovrapposizione minima richiesta.

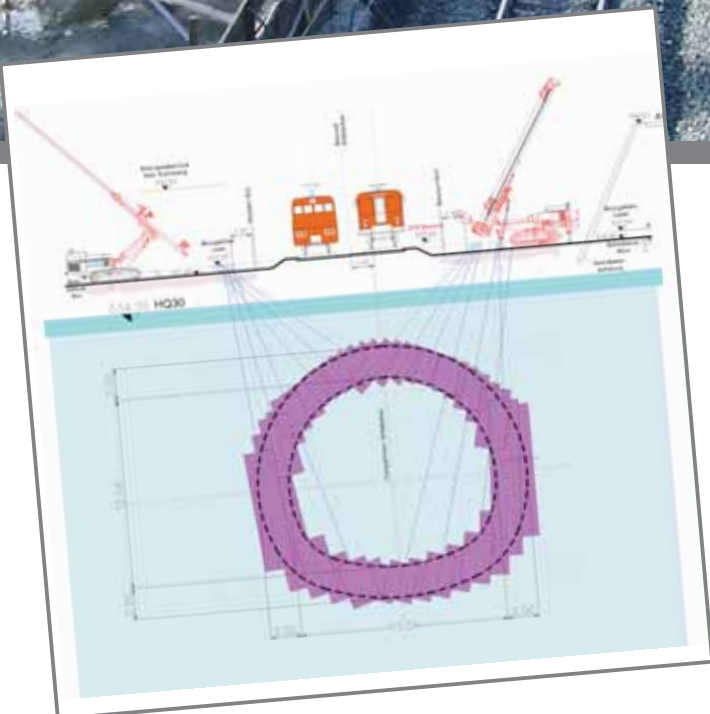
Work executed

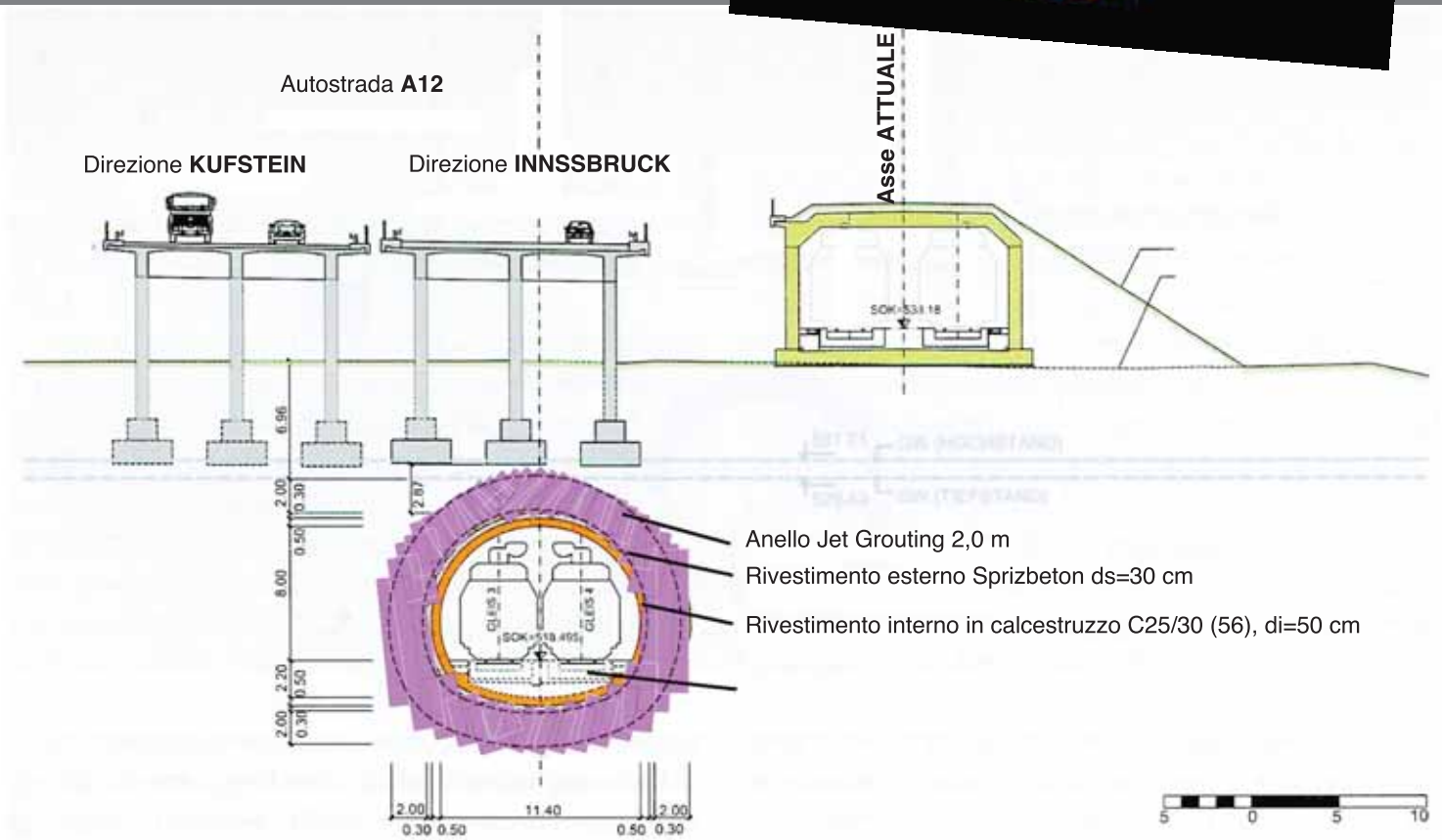
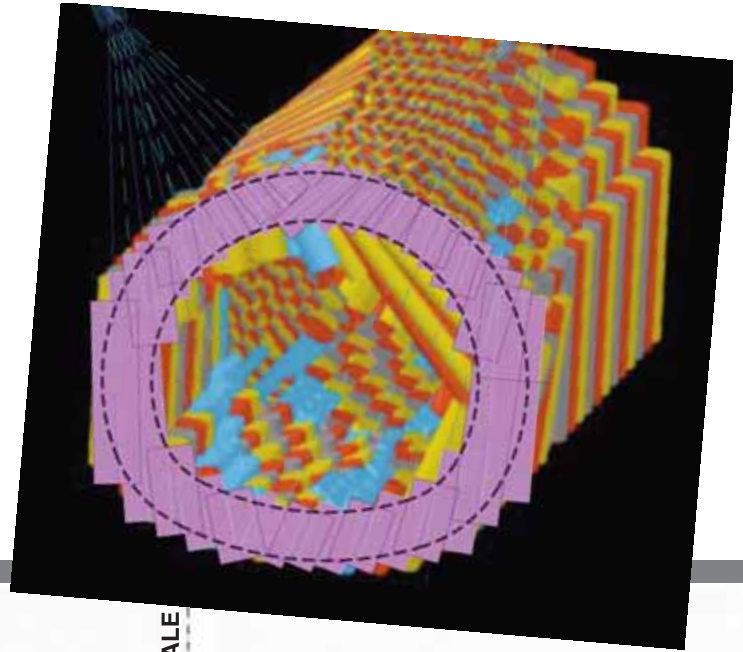
A total of 9.000 bore holes led the way for the construction of 6.300 jet grouted columns positioned in the upper part of the tunnel, the same number in the lower part of the tunnel and 2.700 at the sides, bringing the total number of columns to 15.300.

The columns reached a maximum depth of 35 meters and consolidated a total of 120.000 cubic meters of soil through jetting of a total 210.000 cu m of cement mix.

Quality control: Trevi utilized the following control systems:

- **Intermetric**: accurate installation of the equipment.
- **Lutz**: registration data of drilling and jetting
- **Tigor**: recording actual drilling axis
- **Trevi 3D Stans**: the geometrical data obtained from 1-2-3 and the actual columns diameters were introduced in a three dimensional modelling in order to verify in each section the actual overlapping of the columns.



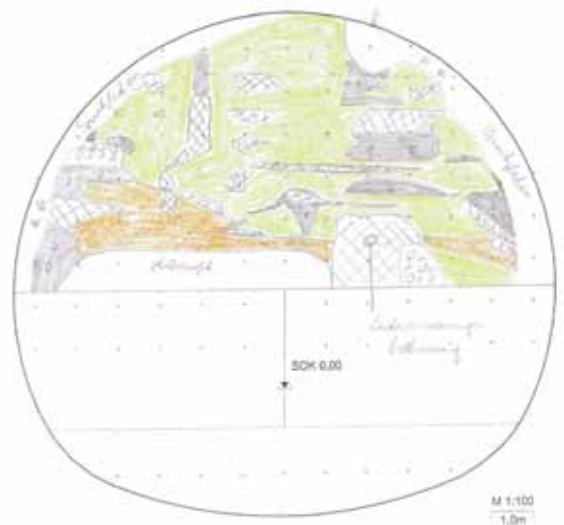
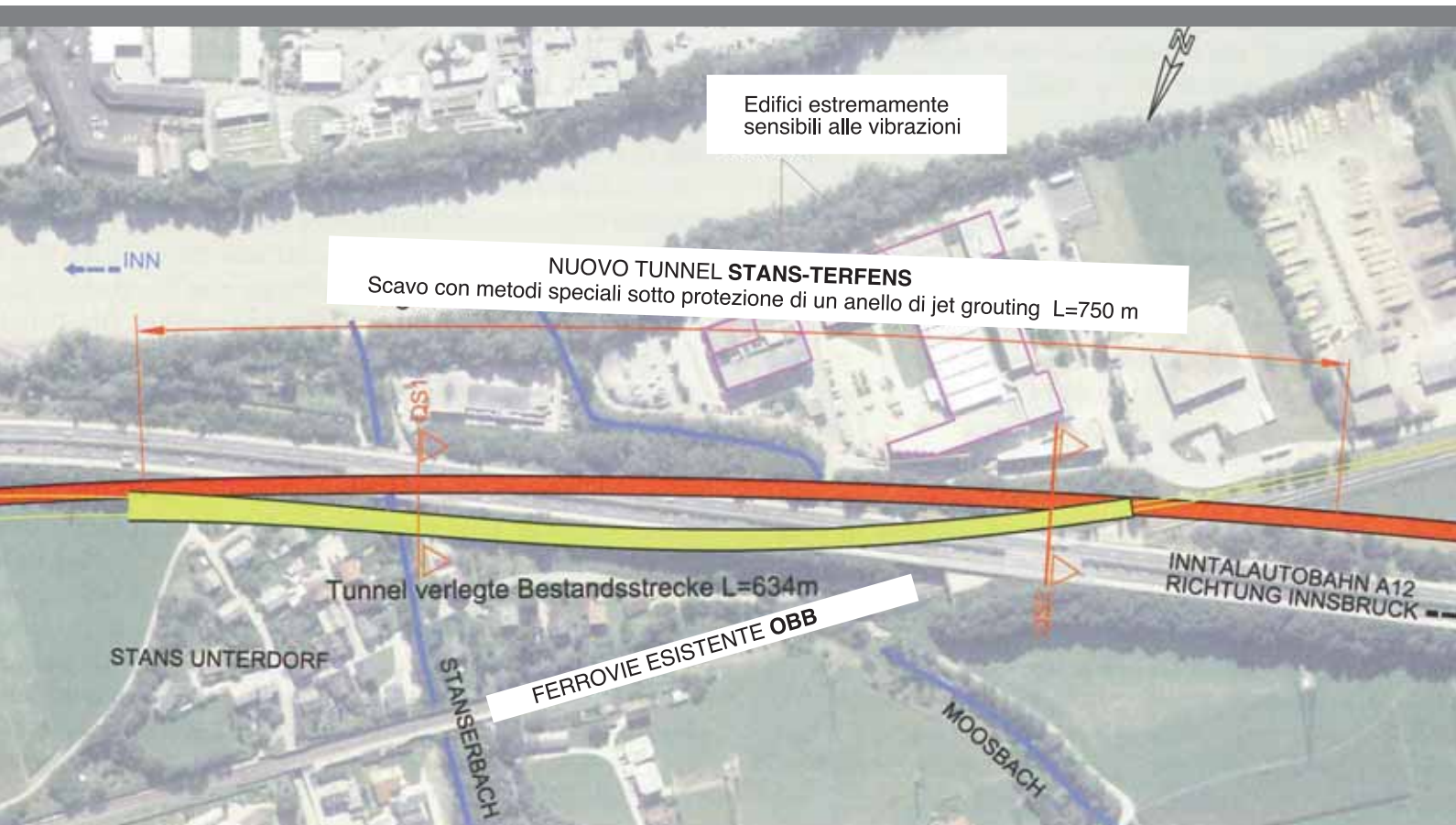


Caratteristiche del lavoro

- Lunghezza del tunnel	750 m
- Altezza	12 m
- Larghezza	13 m
- Spessore rivestimento sottile in jet grouting continuo comprese cappe	2 m 3 m
- Divisione in compartimenti	38 no.
- Numero totale di colonne	15.300 no.
- Quantità totale di perforazione	210.000 m
- Max. lunghezza di perforazione	35 m
- Volume di terreno consolidato	120.000 m³
- Legante cementizio	160.000 t

Job features

- Tunnel length	750 m
- Height	12 m
- Width	13 m
- Minimum thickness of Jet Grouting crown including hoods	2 m 3 m
- Compartments	38 no.
- Total columns	15.300 no.
- Total amount of drilling	210.000 m
- Max. length of drilling	35 m
- Consolidated volume of soil	120.000 m ³
- Tot. consumption of cement	160.000 t



Il metodo proposto da Trevi, ideato, brevettato e gestito dal Dr.Ing. Marco Ziller con la direzione del cantiere dell'Ing. Albert Hartmann, ha ampiamente garantito le condizioni di resistenza ed impermeabilità dell'anello perché ha creato una maglia composta da tre diversi ordini di colonne verticali e/o inclinate, legate tra loro con sovrapposizione non inferiore a 10 cm nel punto minimo di intersezione.

Oltre alle ricostruzioni con modello tridimensionale, il tunnel di 750 m è stato suddiviso in 38 compartimenti ciascuno dei quali è stato assoggettato a prove di pompaggio per verificarne il livello di impermeabilità e prelievo di campioni per verificare la resistenza dell'anello di jet grouting. Una volta verificate queste condizioni è stato dato il via libera alle squadre di minatori per lo scavo del tunnel con l'ausilio di aria compressa.

The method proposed by Trevi, designed, patented and managed by Dr. Ing. Marco Ziller with the lead of the job site by Dr. Ing. Albert Hartmann, granted the features of watertightness and resistance of the crown requested by the design.

In spite of the complex geology, with presence of sand, gravel and cobbles under groundwater table, the driving of the tunnel, 20 m below groundwater level and 32 m below grade, has been performed without major difficulties, in a very smooth way.



La geologia del terreno, caratterizzata dalla presenza di sabbie, ghiaie e ciottoli sotto falda, ha reso estremamente problematico lo scavo della galleria che è posta 20 metri al di sotto del livello della falda e fino a 32 metri sotto il livello della superficie esterna.





TREVI AUSTRIA Ges.m.b.H.
Tegetthoffstr. 7
A-01010 WIEN



5819, via Dismano - 47522 Cesena (FC) - Italy
Tel. +39.0547.319311 - Fax +39.0547.318542
e-mail: intdept@trevispa.com
www.trevispa.com