

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
BRENNER BASISTUNNEL



LA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Un nuovo collegamento attraverso le Alpi

Sotto il Passo del Brennero è in corso di realizzazione il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo del mondo. La Galleria di Base del Brennero offrirà una valida alternativa per quanto riguarda il traffico merci e aprirà al traffico passeggeri una nuova dimensione di viaggio.

Indice

Il Passo del Brennero – Il valico alpino più importante

Pagina 3

Il Passo del Brennero oggi

Pagina 6

La ferrovia del Brennero verso tempi moderni

Pagina 9

Il progetto della Galleria di Base del Brennero

Pagina 11

I metodi di scavo

Pagina 15

Piano di sicurezza

Pagina 21

Rilievi topografici in galleria – Punto d’incontro al Brennero

Pagina 23

Nel cuore del massiccio del Brennero

Pagina 28

Monitoraggio delle risorse idriche e idrogeologia

Pagina 31

Ambiente e Natura

Pagina 34

Misure di compensazione ecologica

Pagina 37

La gestione dei materiali di scavo

Pagina 40

BBT SE – Una società di progetto ai sensi del diritto europeo

Pagina 46

IL PASSO DEL BRENNERO IL VALICO ALPINO PIÙ IMPORTANTE



La linea ferroviaria del Brennero – Qui la rampa nord presso Patsch intorno al 1900 – Fu considerata un capolavoro tecnico al momento della sua inaugurazione. Collezione „Verkehrsarchiv Tirol“ (Archivio trasporto del Tirolo)



Traffico ferroviario intenso alla stazione di Fortezza. Già intorno al 1900, il trasporto passeggeri e il volume di traffico era notevole. Collezione „Verkehrsarchiv Tirol“ (Archivio trasporto del Tirolo)



Una locomotiva a vapore della serie SB 34 alla stazione del Brennero, messa in funzione nel 1867 – All'epoca, la locomotiva più pesante e potente dell'Austria. Collezione „Verkehrsarchiv Tirol“ (Archivio trasporto del Tirolo)

Il Passo del Brennero è sempre stato un collegamento alpino importante tra nord e sud

Il percorso attraverso il Passo del Brennero è da tempo immemorabile uno dei collegamenti più importanti tra il nord e il sud dell'Europa. Il Passo del Brennero è ubicato a quota 1.371 m s.l.m. È il valico alpino più basso, transitabile tutto l'anno.

Dagli animali da soma ai mezzi di trasporto moderni

Già nella prima Età del Bronzo, attorno al 1700 a.C., questo passo venne usato come importante collegamento commerciale tra il Mare del Nord e i paesi mediterranei. Nel XIV secolo transitarono attraverso il Brennero 3.000 tonnellate di merci all'anno, tra cui spezie, vino, zucchero, olio e cotone.

Il flusso di merci trasportate attraverso il Brennero è costantemente aumentato, al punto che all'inizio del XIX secolo erano già 15.000 e, soli 50 anni più tardi, già 60.000 le tonnellate di merce trasportate ogni anno attraverso questo valico alpino tramite mezzi trainati da cavalli.

Questi volumi hanno creato rapidamente problemi di capacità e hanno portato alla decisione di costruire la linea ferroviaria del Brennero. La linea attuale è stata realizzata tra il 1860 e il 1867.

Ferrovia e autostrada

Cento anni dopo, è stata realizzata l'autostrada. Dal 1974 è possibile passare per il Brennero attraverso l'Autostrada A13 (Austria) e dell'A22 (Italia). Dopo il completamento dell'autostrada, il volume delle merci trasportate era pari a dieci milioni di tonnellate all'anno.

Oggi vengono trasportati attraverso il passo del Brennero quasi 50 milioni di tonnellate di merci all'anno.

Nel 2019, 223,5 milioni di tonnellate di merci sono state trasportate attraverso le Alpi. Il numero di mezzi pesanti che hanno attraversato le Alpi ha raggiunto un nuovo valore record di 11,5 milioni. All'incirca il 22% di tutti i mezzi pesanti (2,5 milioni) attraversano ogni anno il Brennero.

Più del 30% dell'intero traffico merci transalpino attraversa il valico del Brennero. Il 73% delle merci viene trasportato su strada, il 27% delle merci passa attraverso il Brennero su rotaia.



IL PASSO DEL BRENNERO OGGI

Ogni anno oltre 2,5 milioni di mezzi pesanti attraversano il Brennero.



Un treno “dell’autostrada viaggiante” presso St. Jodok am Brenner. I treni guadagnano quota in un grande tornante intorno al paese nonché in una galleria elicoidale lunga 481 metri. L’immagine illustra la salita ripida lungo la rampa nord del Brennero.

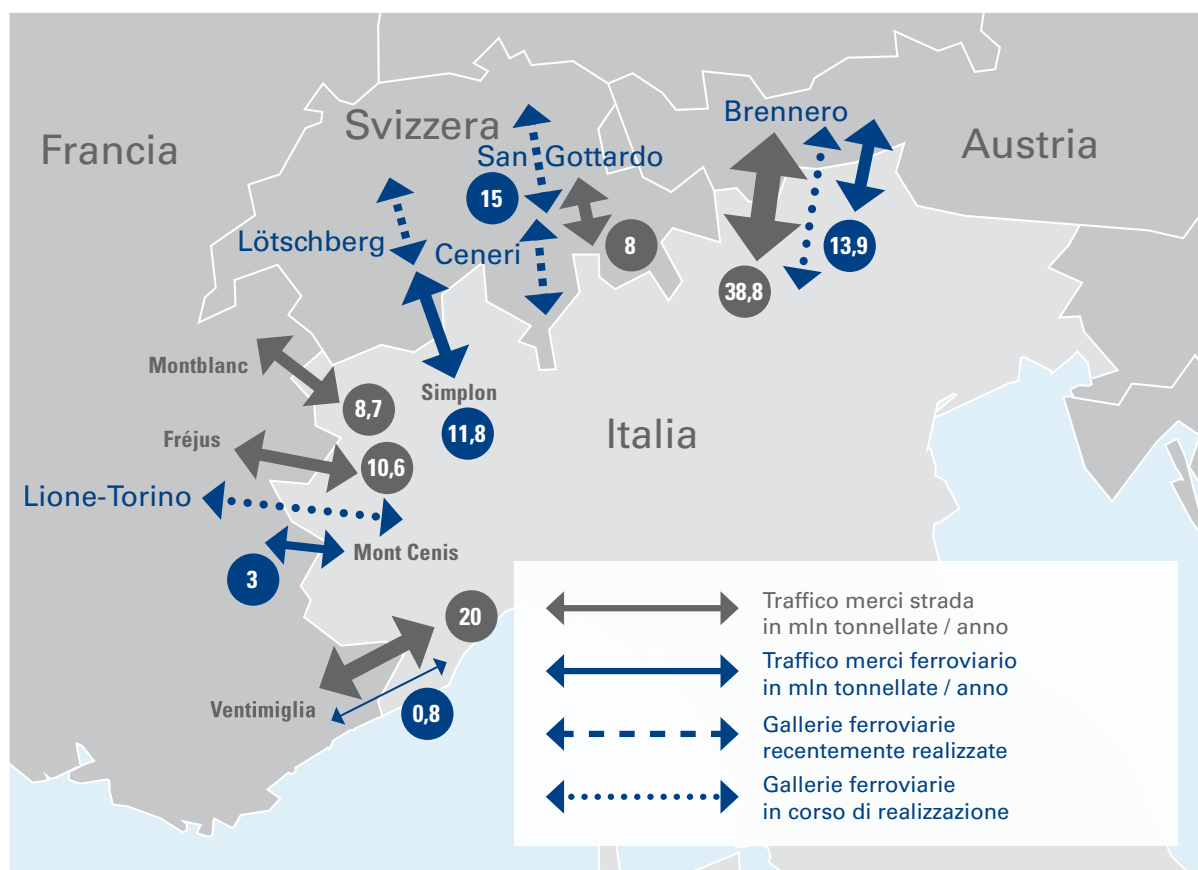
Vie di trasporto nell'Unione Europea

L'obiettivo dell'UE è di garantire un trasporto merci rapido, conveniente ed ecologico all'interno dell'Europa e di creare una nuova dimensione di viaggio per i passeggeri.

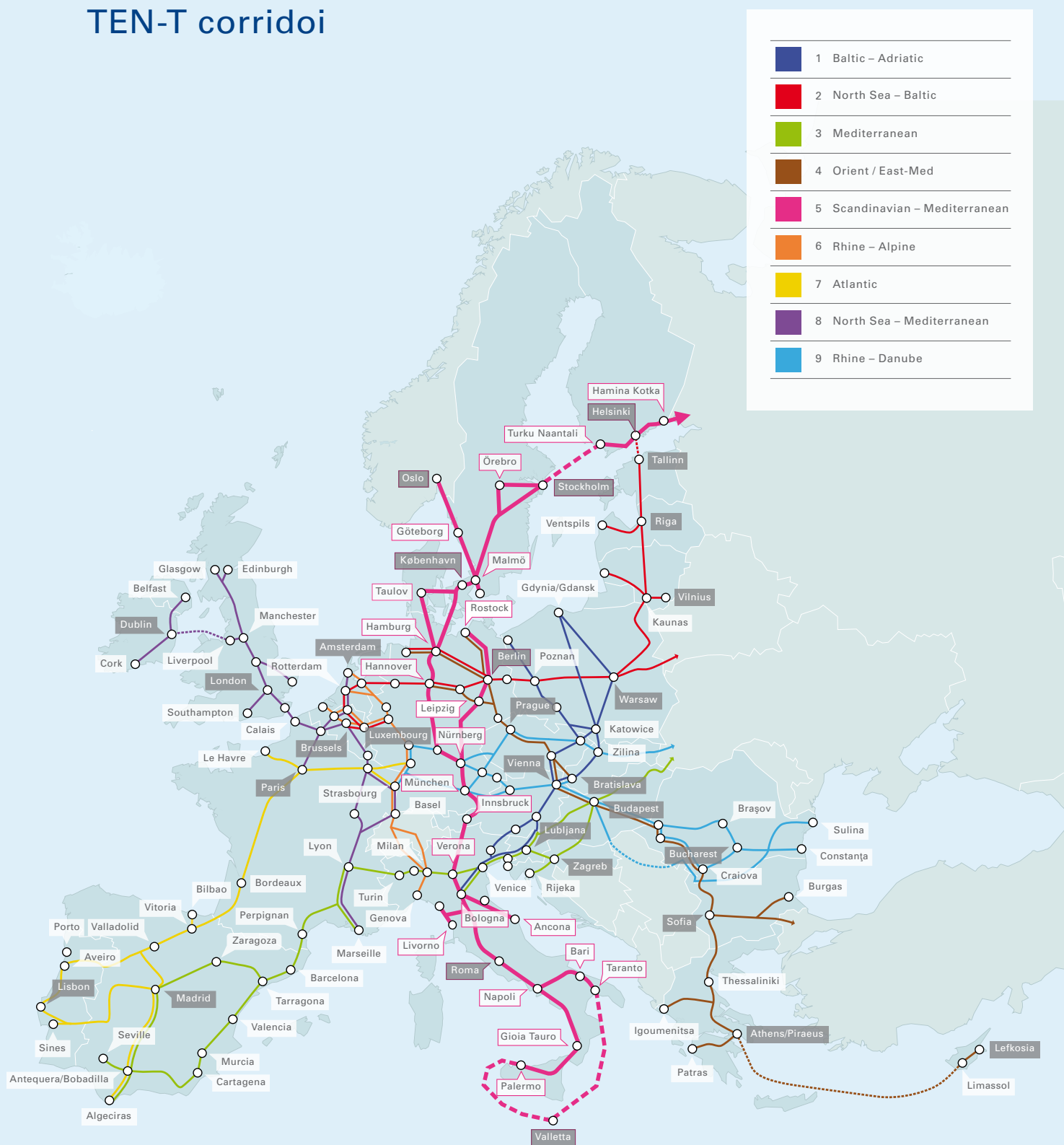
Nel 1994, l'UE ha deciso di intervenire contro l'aumento del traffico pesante su strada a favore della infrastruttura ferroviaria, più ecologica, e del relativo potenziamento sostenibile. Con lo sviluppo della rete transeuropea dei trasporti TEN-T ("Trans-European Network-Transport") negli anni 1990 è stato fatto un primo passo in questa direzione.

A dicembre del 2013, l'UE ha preso la decisione di trasformare le assi TEN in collegamenti transfrontalieri e multimodali. Nove corridoi TEN-T della rete centrale collegano ora i porti di mare più importanti d'Europa con l'infrastruttura ferroviaria e i relativi accessi tramite le arterie stradali.

Flussi di traffico transalpini



TEN-T corridoi



LA FERROVIA DEL BRENNERO VERSO TEMPI MODERNI



Frecciarossa, il treno AV di Trenitalia, nella stazione di Fortezza

Dalla Finlandia fino a Malta

Con la sua notevole estensione da nord a sud, il Corridoio SCAN-MED (Scandinavia – Mediterraneo) è il corridoio più lungo della rete centrale. Questo collegamento è di fondamentale importanza per l'economia europea e per la mobilità, poiché collega centri urbani in Germania ed Italia con porti in Scandinavia e nel Mediterraneo. La Galleria di Base del Brennero è il progetto infrastrutturale centrale del corridoio SCAN-MED, in quanto rappresenta il superamento della barriera naturale delle Alpi. Riveste quindi la massima priorità nell'UE.

La linea esistente della ferrovia del Brennero: pendenze elevate, capacità esaurita

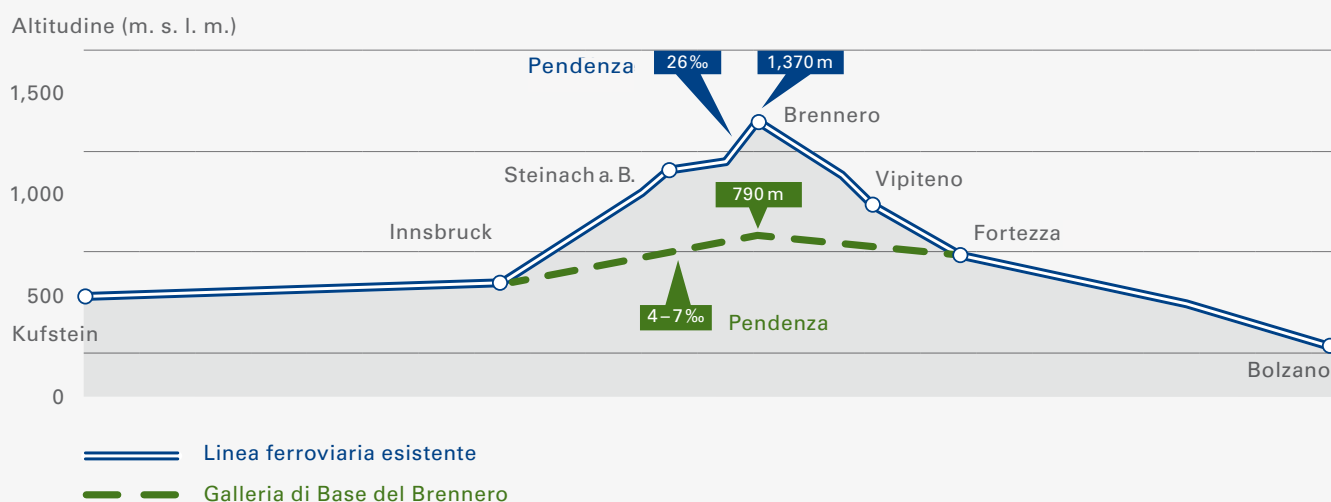
La linea ferroviaria del Brennero, completata nel 1867 più di 150 fa, valica il passo alpino con pendenze che arrivano fino al 26 % e dispone di una capacità di 260 treni al giorno. Per soddisfare le esigenze di trasporto del XXI secolo è necessario ampliare il collegamento ferroviario già esistente.

Nei pressi di St. Jodok, venendo da nord sul lato austriaco poco prima del Brennero, i treni guadagnano quota in un grande tornante intorno al paese nonché in una galleria elicoidale lunga 481 metri.

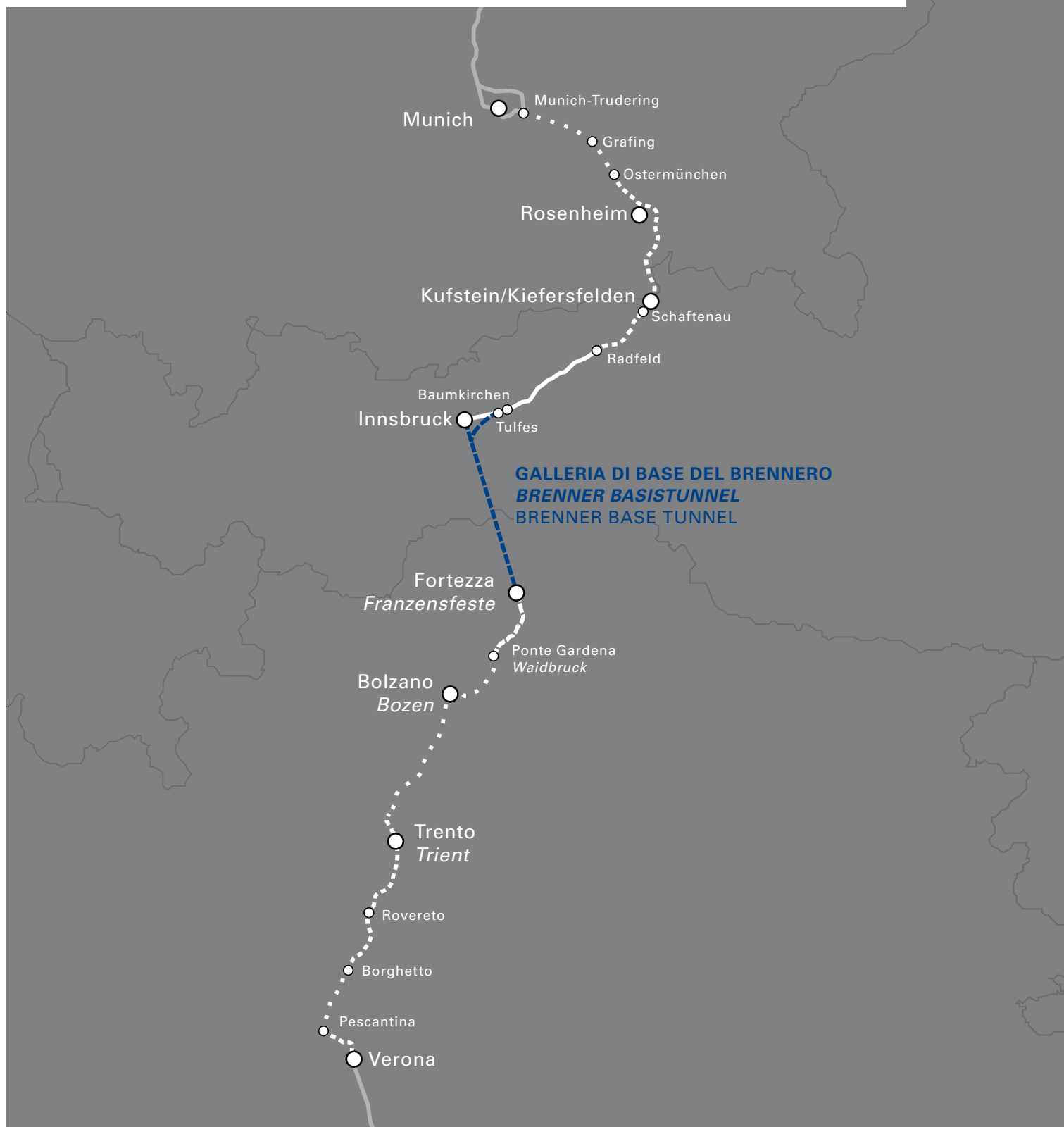
Galleria alla base dell'ammasso roccioso - La necessità di una ferrovia a pendenza ridotta

Il ripido dislivello fino al Passo del Brennero, a quota 1.370 metri s.l.m., e le numerose curve lungo il tracciato non permettono un potenziamento ferroviario adeguato. Per questo motivo, ai piedi del massiccio del Brennero, verrà realizzata la Galleria di Base del Brennero.

Profilo altimetrico ferrovia del Brennero / Galleria di Base del Brennero



IL PROGETTO DELLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO



La Galleria di Base del Brennero ridurrà i tempi di viaggio, liberando delle capacità lungo la linea esistente.

La Galleria di Base del Brennero è la parte centrale del collegamento europeo di trasporto più importante tra il nord e il sud.

Un trasporto merci più moderno ed ecologico su questa tratta transalpina potrà essere realizzato soltanto grazie alla costruzione della Galleria di Base del Brennero, una linea ad alta capacità attraverso il massiccio roccioso del Brennero.

La Galleria di Base del Brennero è una linea ferroviaria ad andamento pianeggiante che collega due Stati. La Galleria di Base del Brennero si estende tra Innsbruck (Austria) e Fortezza (Italia) per una lunghezza di 55 km. Grazie alla pendenza massima tra 4 ‰ e 7 ‰ e all'andamento pressoché rettilineo del tracciato, la galleria andrà a ridurre la lunghezza del percorso tra Fortezza e Innsbruck di 20 km, da 75 km a 55 km.

A maggio del 1994 è stata inaugurata, a sud di Innsbruck, una circonvallazione ferroviaria, la cosiddetta "Galleria della Valle dell'Inn". Questa galleria, lunga 12,7 km, si allaccia alla Galleria di Base del Brennero. I treni passeggeri e merci che viaggiano su questa tratta passeranno non soltanto per la Galleria di Base del Brennero ma anche, per diversi chilometri, per la Galleria della Valle dell'Inn. Questa linea, lunga 64 km nel suo complesso (9 km Galleria della Valle dell'Inn + 55 km Galleria di Base del Brennero), sarà in futuro il collegamento ferroviario sotterraneo più lungo del mondo.

Attraverso le Alpi in 25 minuti

La Galleria di Base del Brennero andrà a ridurre sia la lunghezza del percorso sia il tempo di viaggio tra Innsbruck e Fortezza per il trasporto su rotaia. I treni passeggeri potranno circolare nella galleria con una velocità superiore a 200 km/h. Grazie all'eliminazione delle grandi pendenze è possibile far superare questo tratto a treni merci più lunghi, più pesanti e in numero più elevato. Questi treni necessiteranno di meno energia sul percorso pianeggiante che sulla linea esistente.

Per il traffico passeggeri ciò significa che, in futuro, passando per la Galleria di Base del Brennero, la tratta Innsbruck - Fortezza potrà essere percorsa in soli 25 minuti. Attualmente, il tempo di percorrenza sulla linea esistente è pari ad 80 minuti.

La Galleria di Base del Brennero è considerata essere un'opera pionieristica dal punto di vista tecnico e ingegneristico del XXI secolo e porterà ad un miglioramento notevole delle possibilità di viaggio e di trasporto nel cuore dell'Europa.

Velocità di progetto:



velocità massima 160 km/h
Treni merci

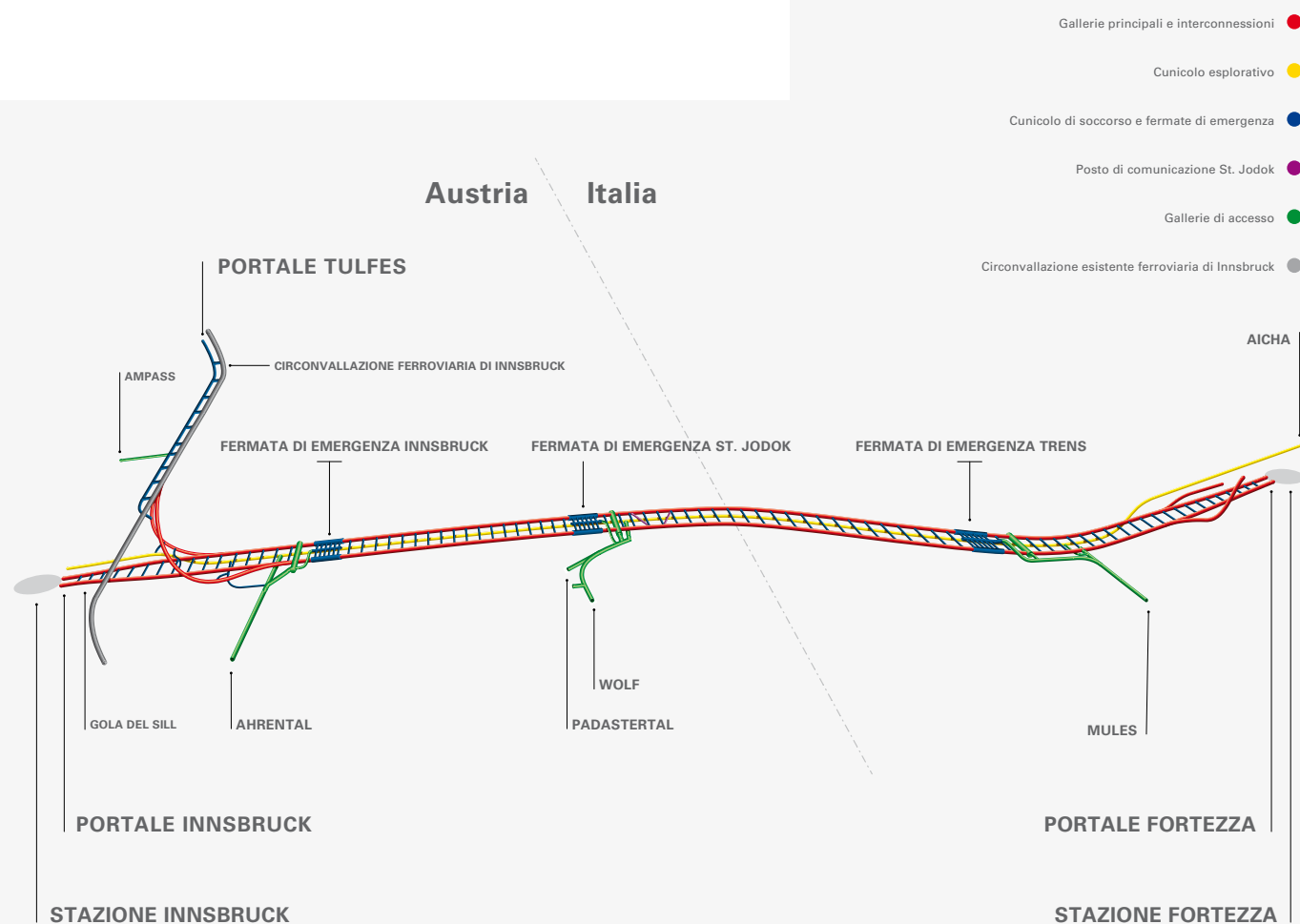


velocità massima 250 km/h
Treni passeggeri



Tempi di percorrenza più brevi
Innsbruck – Fortezza:
Riduzione a 25 minuti

SISTEMA DELLE GALLERIE



Dati salienti della Galleria di Base del Brennero

Lunghezza Galleria di Base del Brennero (compresa la circonvallazione di Innsbruck) Portale di Tulfes fino al portale di Fortezza	64 km
Lunghezza della Galleria di Base Brennero Portale di Innsbruck fino al portale di Fortezza	55 km
Massima copertura	ca. 1,720 m
Diametro interno dalla galleria principale	8,1 m
Pendenza longitudinale	4 – 7 ‰
Velocità di progetto trasporto merci	160 km/h
Velocità di progetto trasporto passeggeri	250 km/h
Fermate di emergenza (Innsbruck, St. Jodok, Trens)	3
Materiale di scavo	21.5 Mio. m ³
Metodi di scavo	50 % Scavo in tradizionale 50 % Fresa meccanica (TBM)
Trazione ferroviaria	15kV 16,7Hz e 25kV 50Hz
Sistema di controllo e comando ferroviario	ETCS Livello 2

La Galleria di Base del Brennero si compone di due gallerie principali, un cunicolo esplorativo, tre fermate di emergenza, numerosi cunicoli trasversali e gallerie di interconnessione nonché quattro gallerie di accesso laterali.

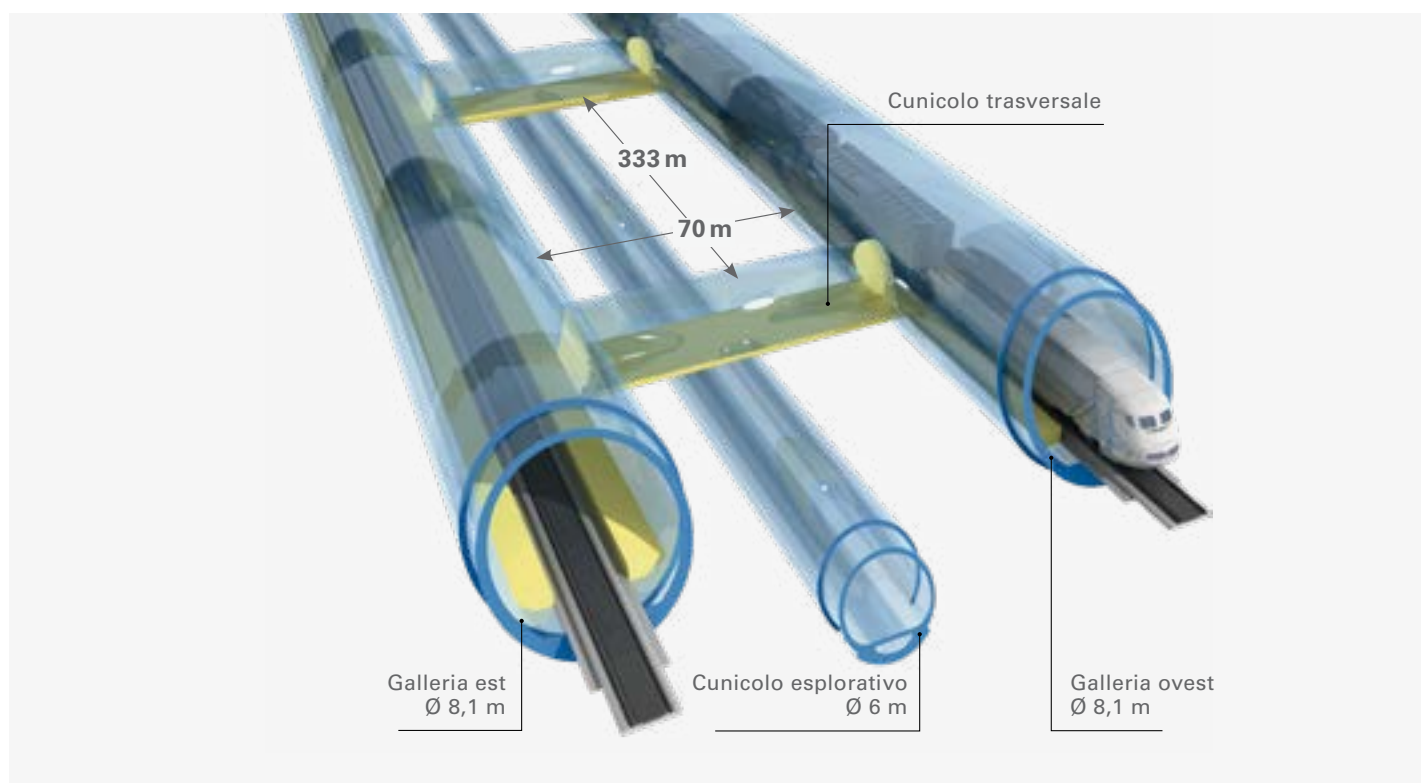
Sul lato austriaco, le gallerie di accesso sono situate ad Ampass, Ahrental e Wolf presso Steinach am Brenner, e, sul lato italiano, presso Mules. Esse collegano la superficie con le gallerie principali. Nella fase di costruzione hanno una funzione logistica, sia per trasportare il materiale di scavo ai depositi, sia per rifornire i cantieri sotterranei di materiali per la costruzione della galleria di base (calcestruzzo, ferro e conci prefabbricati in calcestruzzo).

Due gallerie principali e un cunicolo

Tra Innsbruck e Fortezza vengono realizzate due gallerie principali a binario semplice con un interasse che varia da 40 a 70 metri. Questa distanza è necessaria affinché l'ammasso roccioso rimanga stabile. Ogni 333 metri, le gallerie principali sono collegate da cunicoli trasversali. Questi collegamenti trasversali hanno una funzione sia logistica che di sicurezza.

Una particolarità della Galleria di Base del Brennero è il cunicolo esplorativo che si estende da una estremità all'altra e che si sviluppa in asse tra le due gallerie principali e dodici metri sotto a queste ultime. Il cunicolo esplorativo fornisce informazioni geologiche e funge da galleria logistica e di servizio durante la fase di costruzione e sarà utilizzato come galleria di manutenzione e di drenaggio durante la fase di esercizio della Galleria di Base del Brennero.

Complessivamente, il sistema di gallerie della Galleria di Base del Brennero comprende circa 230 chilometri di gallerie.



METODI DI SCAVO



Ogni fase lavorativa richiede una progettazione precisa e una concertazione accurata.

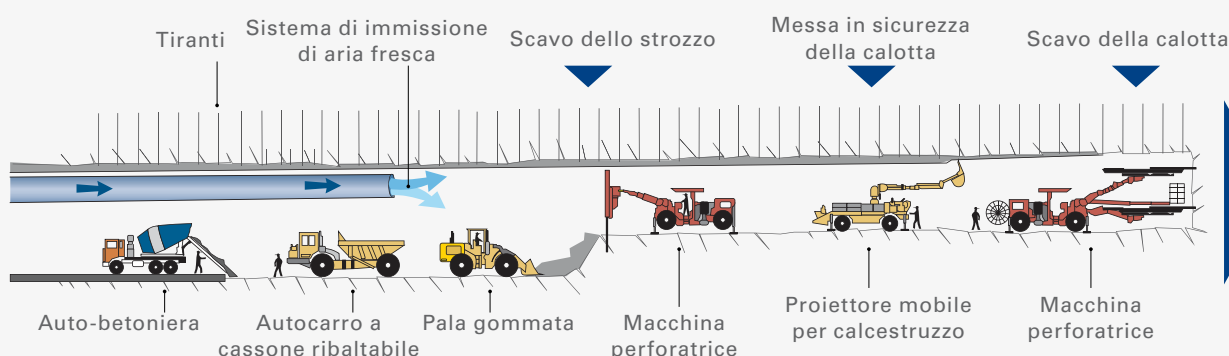
Scavo meccanizzato o tradizionale - Per realizzare la Galleria di Base del Brennero vengono impiegati diversi metodi di avanzamento.

La scelta del metodo di scavo dipende dalle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso, dalle conoscenze e dalle previsioni geotecniche e da considerazioni economiche e di logistica di costruzione. Anche la lunghezza del tratto da scavare e il periodo di lavoro a disposizione influiscono sulla scelta del metodo di avanzamento. Alcune tratte della galleria vengono quindi costruite in tradizionale, altre invece tramite lo scavo continuo ovvero in avanzamento meccanizzato (TBM).

Lo scavo convenzionale

Lo scavo convenzionale con consolidamento in calcestruzzo proiettato rappresenta un metodo di scavo flessibile. Questo metodo è molto adatto in presenza di condizioni dell'ammasso roccioso difficili e mutevoli e in caso di geometrie delle sezioni di dimensioni variabili e complesse.

Scavo in tradizionale

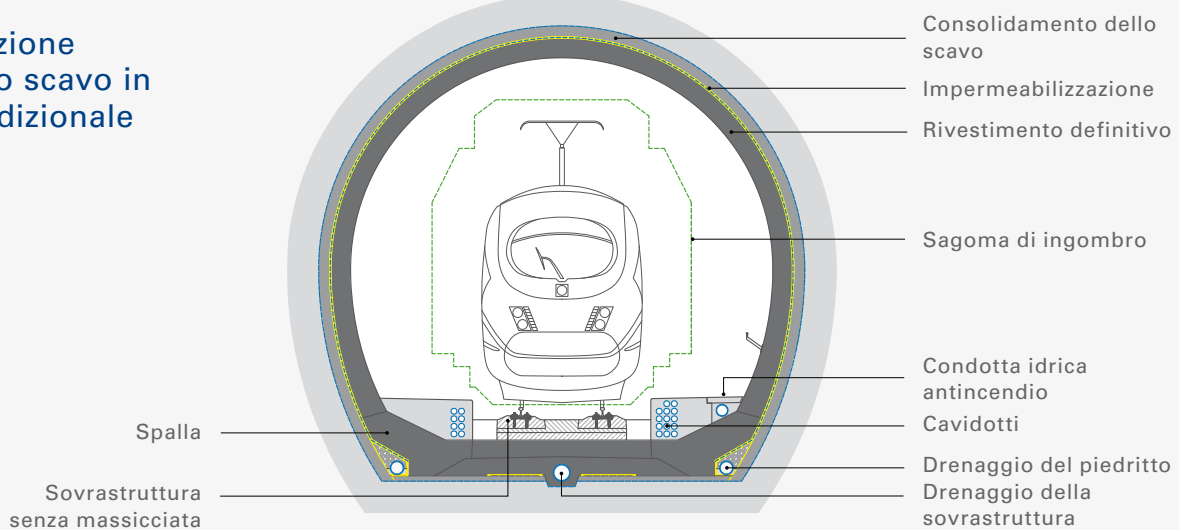


A causa delle esigenze di scavo complesse, alcune singole tratte di galleria principale e del cunicolo esplorativo e entrambe le gallerie di interconnessione, tutte le gallerie di accesso, i cameroni logistici e di ventilazione, le gallerie di collegamento trasversale, le fermate di emergenza e i cunicoli trasversali vengono realizzati secondo il metodo convenzionale, cioè con l'esplosivo (a sezione piena o parzializzata) con consolidamento in calcestruzzo proiettato.

Nello scavo tramite brillamento gli step di lavoro sono prestabiliti. In primo luogo vengono perforati i fori, che in una seconda fase vengono riempiti di esplosivo. Successivamente viene eseguito il brillamento. Dopo l'asporto del materiale di scavo, detto procedimento viene definito "smarino", si procede con il consolidamento dello scavo con calcestruzzo proiettato, tiranti, centine reticolari e reti elettrosaldate.

Concluso un ciclo di brillamento, tale procedura viene ripetuta. Nell'ambito della costruzione della Galleria di Base del Brennero si effettuano i brillamenti a intervalli di tempo tra le tre e le sei ore, a seconda delle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso. In Italia, a differenza dell'Austria, l'intera sezione trasversale della galleria va fatta saltare in un unico colpo.

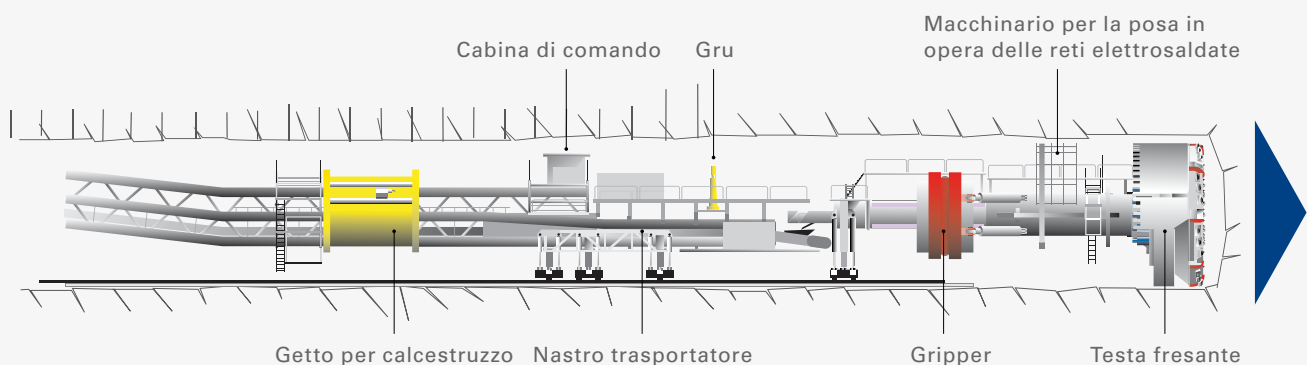
Sezione tipo scavo in tradizionale



Scavo meccanizzato

A seconda delle necessità del caso, le frese meccaniche (TBM) utilizzate nell'ambito della costruzione della Galleria di Base del Brennero presentano una lunghezza che varia dai 180 ai 400 metri e si compongono di una testa (la parte scavante) e di un back-up.

Scavo con fresa meccanica (TBM)

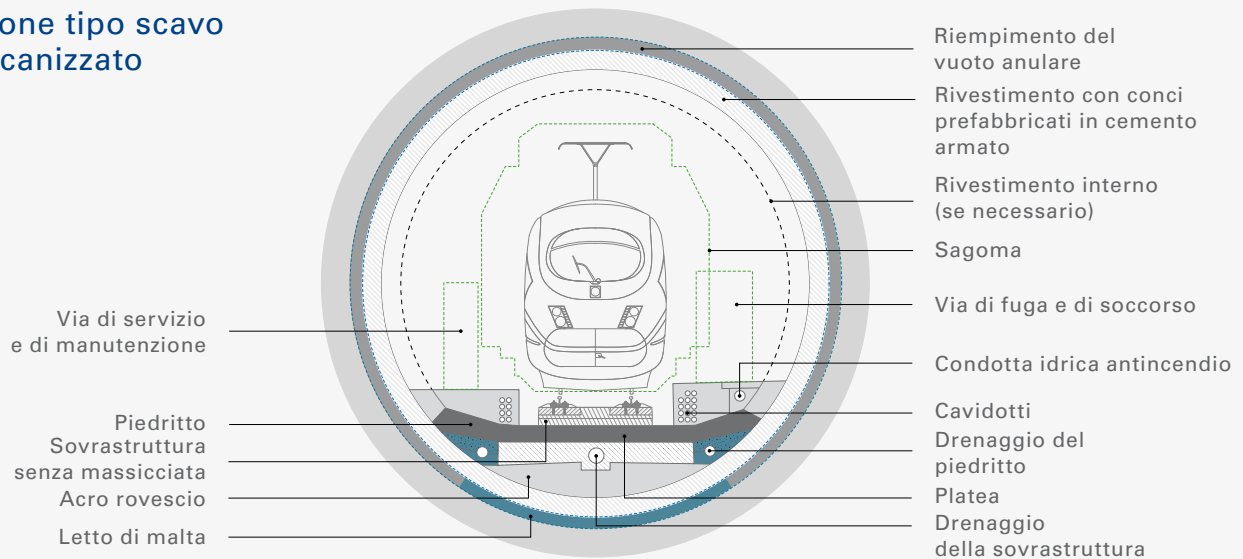


Il vantaggio dello scavo meccanizzato consiste nell'elevata velocità di avanzamento giornaliero. Oltre a ciò, l'avanzamento con TBM offre una maggiore sicurezza sul lavoro per gli operai. La testa della fresa è la parte più importante di questa talpa meccanica, che rappresenta un'intera fabbrica logistica sotterranea. Questa testa presenta un diametro di circa dieci metri ed è composta da diversi cutter, che, facendo pressione sul fronte di scavo, frantumano la roccia. La struttura di back-up, situata dietro la testa della fresa, assicura l'approvvigionamento dell'avanzamento e lo smaltimento del materiale di scavo. Contiene, inoltre, impianti di ventilazione, di aspirazione delle polveri e di consolidamento della roccia.



La fresa "Serena", che ha scavato il cunicolo esplorativo di circa 14 km tra Mules e Brennero, ha raggiunto a novembre 2021 il confine di Stato.

Sezione tipo scavo meccanizzato



Considerato il costo di una fresa è molto elevato ed il suo utilizzo, rispetto allo scavo in tradizionale, richiede tempi di avvio più lunghi, il macchinario viene impiegato preferibilmente negli scavi delle tratte più lunghe.

La Galleria di Base del Brennero viene scavata a circa il 50 % con metodo meccanizzato, utilizzando frese aperte (consolidamento dello scavo tramite calcestruzzo proiettato, tiranti e reti elettrosaldate) e frese scudate (rivestimento con conci prefabbricati in calcestruzzo).

Rivestimento interno

Le strutture portanti in calcestruzzo devono avere una vita utile di 200 anni.

Al termine dei lavori di scavo e di consolidamento si effettuano i lavori di impermeabilizzazione, apportando l'impermeabilizzazione, costituita da un tessuto protettivo e drenante (geotessile) e dall'impermeabilizzazione vera e propria (guaina in materiale sintetico termosaldato). Successivamente, si procede con il rivestimento di seconda fase in calcestruzzo gettato in opera, avente uno spessore minimo di 30 centimetri.

Attrezzaggio della galleria

Una volta completata la costruzione grezza saranno realizzati la sovrastruttura senza massicciata e gli impianti dell'attrezzaggio ferroviario che comprendono gli impianti di comando, controllo e segnalamento, i sistemi di telecomunicazione e di sorveglianza, gli impianti di ventilazione, le porte e i portoni nonché tutti gli impianti tecnici, ivi compresi i cablaggi e i sistemi di controllo.



L'approvvigionamento della fresa nel cunicolo esplorativo di Ahrental-Pfons è stato svolto dal così detto „Multi Service Vehicle“.



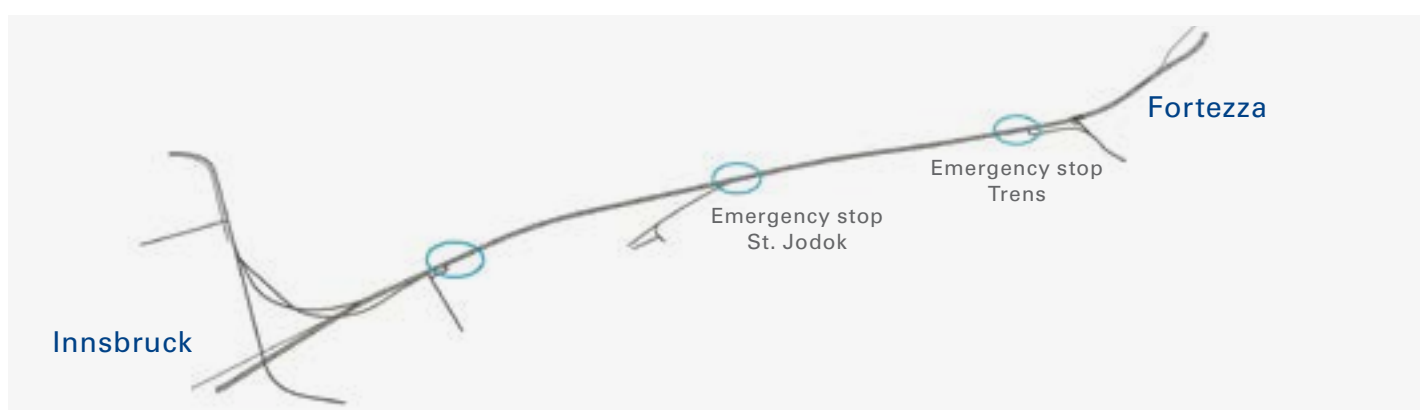
Treno di approvvigionamento nel lotto di costruzione Mules 2-3

PIANO DI SICUREZZA

I più recenti standard di sicurezza nella Galleria di Base del Brennero

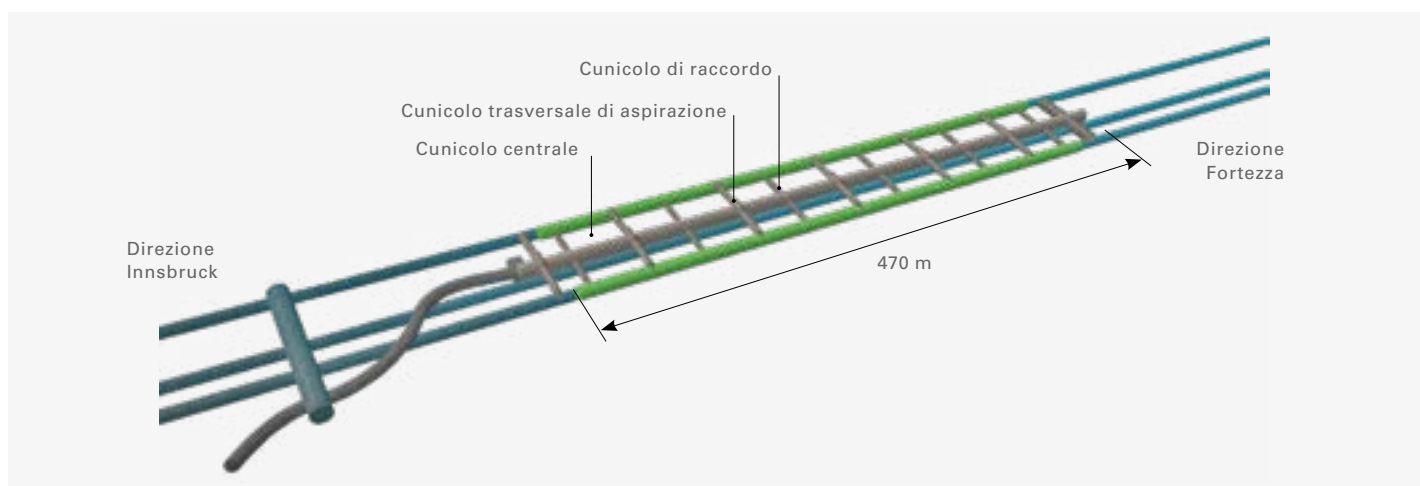
Le due gallerie principali sono collegate ogni 333 metri da cunicoli trasversali. In caso di emergenza, tali cunicoli saranno utilizzati come vie di fuga.

Gli standard di sicurezza europei prevedono, per opere di galleria quali la Galleria di Base del Brennero, fermate di emergenza ogni 20 km. Nella Galleria di Base del Brennero sono quindi previste tre fermate di emergenza. Una è collocata a sud di Innsbruck (nei pressi di Igls/Patsch), una seconda presso St. Jodok e una terza nei pressi di Trens.

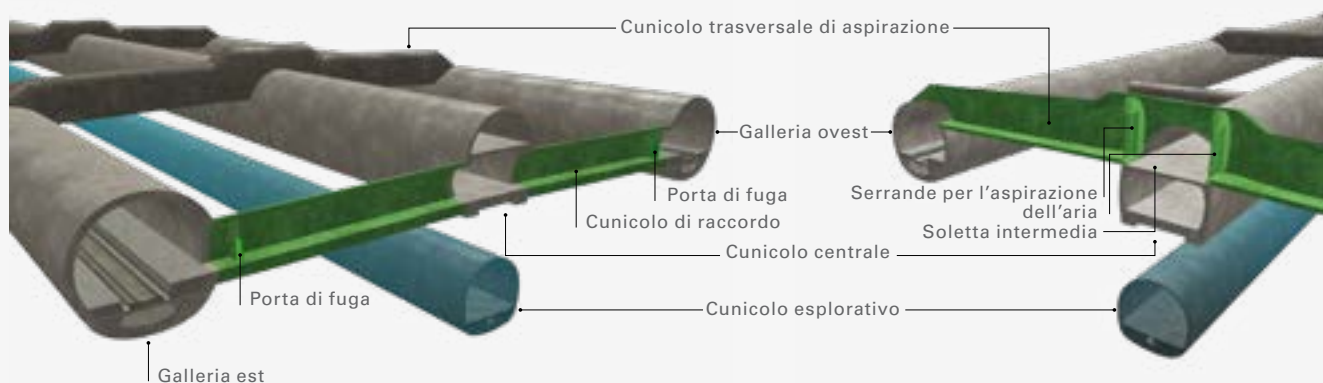


Le fermate di emergenza hanno una lunghezza di rispettivamente circa 500 metri e sono collegate al cunicolo centrale tramite cunicoli di raccordo posti ad una distanza di 90 m l'uno dall'altro. I cunicoli trasversali di aspirazione dell'aria viziata sono posizionati anch'essi ad una distanza di 90 metri l'uno dall'altro, in una posizione sfalsata di 45 metri.

Nel cunicolo centrale è stata realizzata una soletta intermedia che divide la canna in una parte superiore e una parte inferiore. In caso di un evento incidentale (ad es. un incendio), i fumi verranno aspirati dalla parte superiore, mentre nella parte inferiore si immetterà aria fresca all'interno delle aree sicure.



Vista in dettaglio dei cunicoli di raccordo e dei cunicoli trasversali di aspirazione



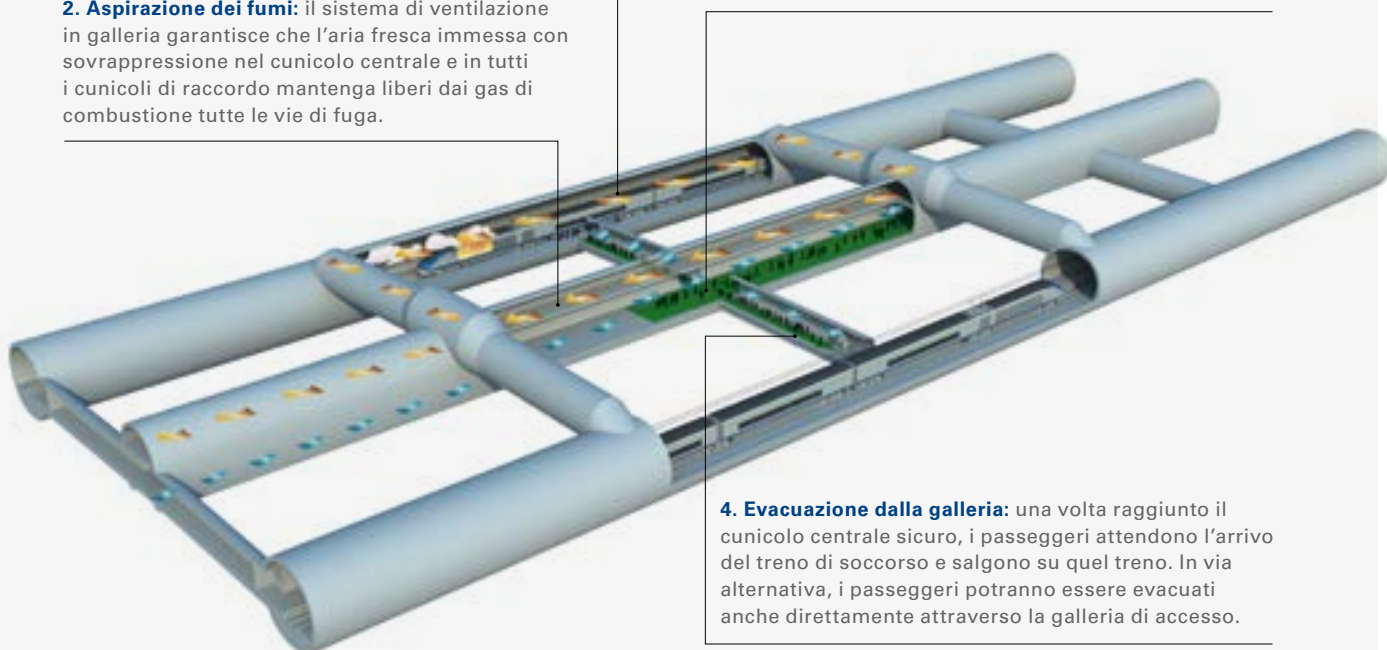
Le fermate di emergenza sono collegate con le gallerie di accesso e quindi con l'esterno. L'aria fresca viene pompata nel cavo per creare una sovrappressione atta a evitare la propagazione dei fumi nell'intero sistema di gallerie. In tal modo si garantisce un costante cambio d'aria nei cunicoli trasversali e nelle fermate di emergenza.

Piano degli interventi di soccorso in galleria in caso di evento:

1. Sosta di emergenza: in caso di evento, si cerca di fare uscire il treno dalla galleria oppure di arrestarlo in una fermata di emergenza.

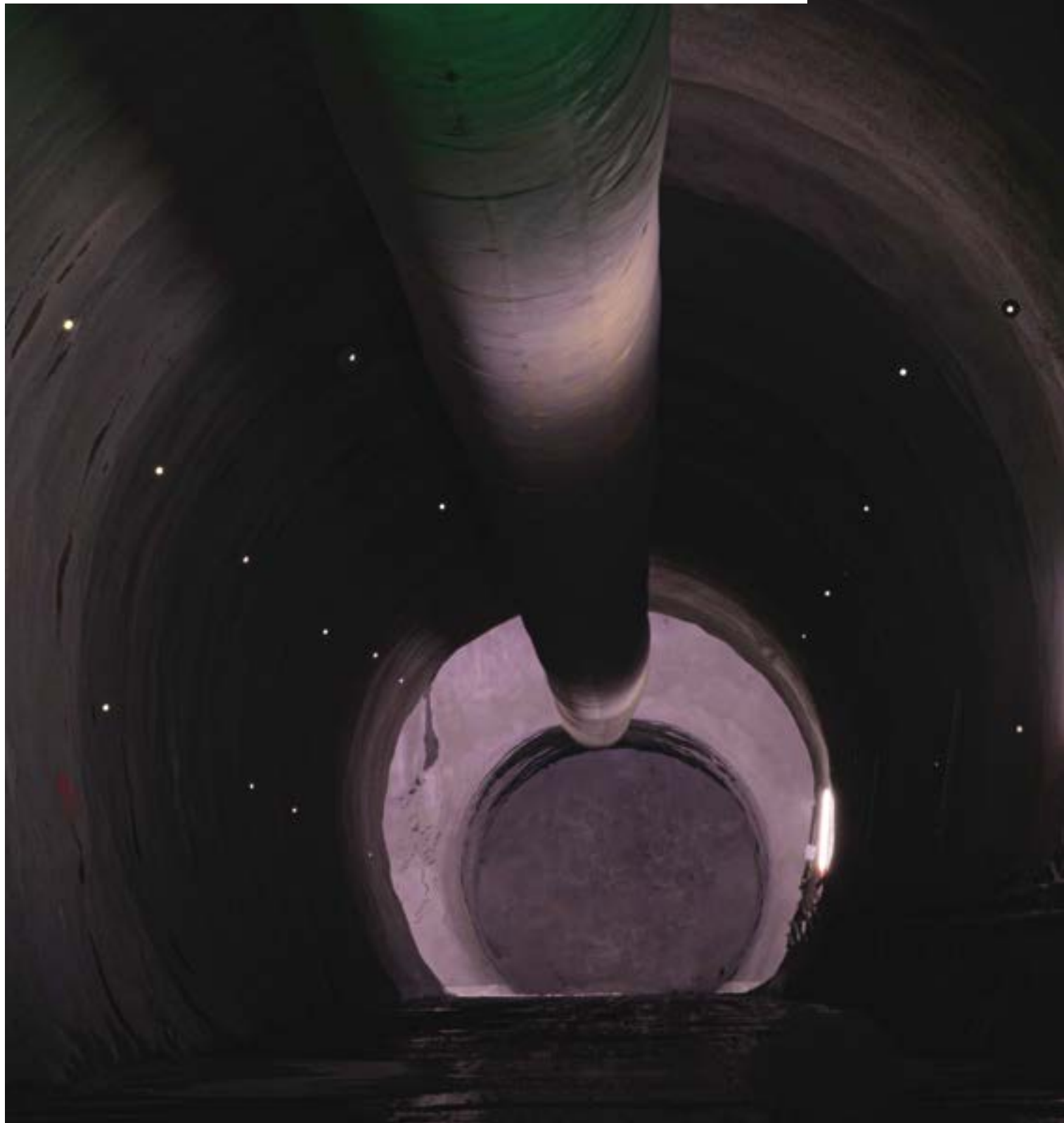
2. Aspirazione dei fumi: il sistema di ventilazione in galleria garantisce che l'aria fresca immessa con sovrappressione nel cunicolo centrale e in tutti i cunicoli di raccordo mantenga liberi dai gas di combustione tutte le vie di fuga.

3. Evacuazione del treno: i passeggeri scendono dal treno e si avviano verso le porte di fuga. Attraverso i cunicoli di raccordo si raggiunge direttamente il cunicolo centrale.

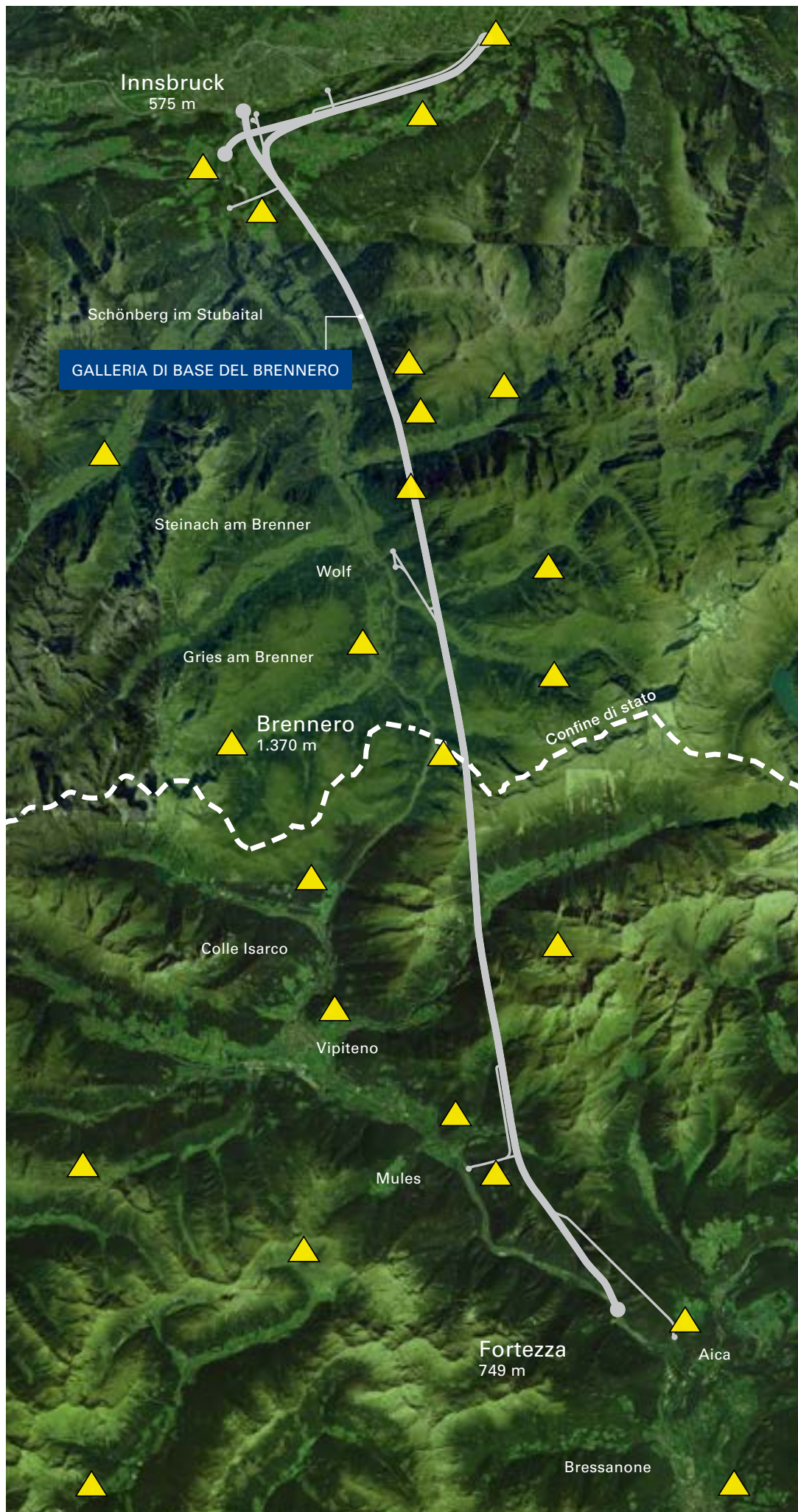



4. Evacuazione dalla galleria: una volta raggiunto il cunicolo centrale sicuro, i passeggeri attendono l'arrivo del treno di soccorso e salgono su quel treno. In via alternativa, i passeggeri potranno essere evacuati anche direttamente attraverso la galleria di accesso.

RILIEVI TOPOGRAFICI IN GALLERIA PUNTO D'INCONTRO AL BRENNERO



I punti luminosi ben visibili sulla foto sono punti di misura sotto forma di riflettori che rendono possibili delle misurazioni e dei controlli molto dettagliati durante l'intero periodo di costruzione.



 Punti di misurazione

Rete geodetica d'inquadramento:

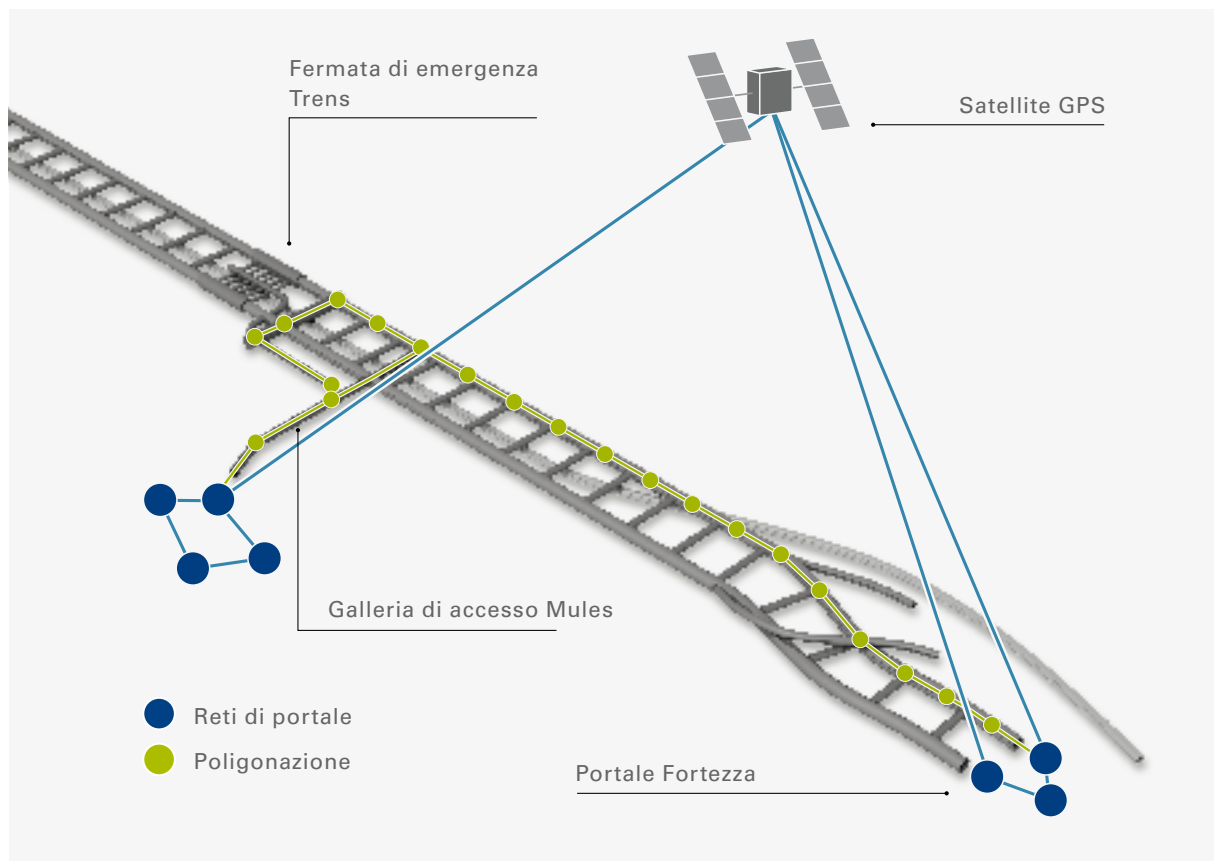
La realizzazione di una galleria così lunga richiede degli elevatissimi standard di precisione. Procedure di rilevamento topografico affidabili e precise garantiscono la precisione richiesta.

Per poter eseguire i rilievi topografici necessari alla costruzione della Galleria di Base del Brennero è stata innanzitutto realizzata una rete geodetica d'inquadramento per la lettura degli elaborati grafici relativi ai siti di lavoro e come punto di partenza per il picchettamento in galleria.

La rete geodetica d'inquadramento (vedi grafico nella pagina accanto) è una rete composta da più punti di misura (evidenziati in giallo), distribuiti su una vasta area attorno al tracciato della Galleria di Base del Brennero. Insieme al sistema GPS, i punti di misura geodetici costituiscono la base per i rilievi topografici della Galleria di Base del Brennero.

Con la tecnica del rilievo topografico satellitare sono stati stabiliti 28 punti cardine costituenti la rete geodetica d'inquadramento. A tal scopo l'area di progetto è stata oggetto di due cicli di rilievi topografici di 24 ore effettuati con GPS, raggiungendo in tal modo una precisione di misurazione avente uno scarto di 7 millimetri.

Questi 28 punti, stabiliti con la tecnica del rilievo topografico satellitare costituiscono la base per l'ulteriore rilievo della galleria. Questo rilievo avviene tramite il principio della poligonazione incrociata, mediante misurazioni continuative degli angoli e delle distanze fino a dentro alla galleria.



Principio della poligonazione incrociata

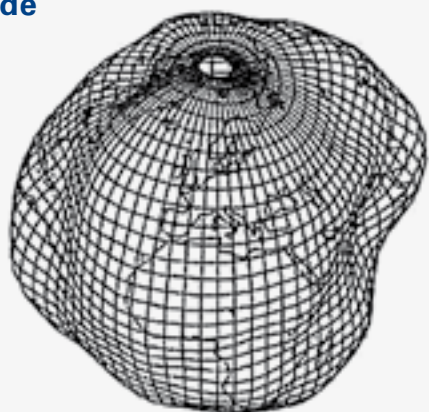
Rilievi topografici in galleria in corso d'opera

Oltre a ciò viene utilizzato un giroscopio di misurazione, il cui moto pendolare è influenzato dalla rotazione terrestre e che indica il nord astronomico. Esso supporta le misurazioni del tacheometro moderno. In tal modo è possibile controllare e correggere l'orientamento nella galleria. Su tratti di un chilometro, il tacheometro ha uno scarto di due millimetri. Il tacheometro emette raggi infrarossi che vengono puntati verso dei punti luce.

Eliminare le possibili fonti d'errore

Solitamente la temperatura delle pareti della galleria è più alta rispetto all'asse di mezzera della galleria a causa della temperatura più elevata della roccia. Per questo motivo le misurazioni vengono effettuate in mezzera. Si deve, inoltre, tener conto del fatto che la forma del globo terrestre non è sferica a causa delle diverse condizioni di densità all'interno della Terra. Le acque marine si estendono su questo geoide. Per questo, per il rilevamento delle quote viene impiegato il livello del mare come superficie di riferimento mondiale.

Geoide



Questo grafico dimostra che la terra non è un globo perfetto. Questo fatto deve essere considerato anche nel corso dei rilevamenti topografici.

Per via della differenza tra i punti di riferimento altimetrico ufficiali tra l'Austria e l'Italia, il punto di riferimento per l'Italia è il livello del mare a Genova, per l'Austria quello a Trieste. Tale circostanza comporta uno scostamento di 12,5 cm al Brennero. Per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero è stato concordato di utilizzare il sistema di riferimento altimetrico europeo UELN, il cui punto di riferimento altimetrico è situato ad Amsterdam.

Monitoraggio continuo

Durante i lavori per la Galleria di Base del Brennero è necessario effettuare rilevamenti topografici continuativi, poiché il cavo è soggetto a deformazioni. Per rilevare i fenomeni deformativi vengono inseriti dei chiodi di convergenza nella roccia. Gli eventuali spostamenti, cedimenti e movimenti longitudinali o trasversali rispetto all'asse della galleria vengono rilevati con l'ausilio di prismi e i risultati dei rilievi vengono rappresentati graficamente con diagrammi, grazie ai quali il geotecnico può valutare il comportamento dell'ammasso roccioso e il consolidamento dello scavo.

Laser scanner in galleria

La scansione laser permette di rilevare milioni di punti di misurazione in galleria in pochi minuti. Ciò è necessario per verificare le dimensioni del cavo. Se le scansioni vengono eseguite in diverse fasi di costruzione, ad esempio durante lo scavo e il getto in opera del calcestruzzo proiettato, questo metodo permette di verificare lo spessore del rivestimento, consentendo così al committente di verificare l'osservanza delle direttive tecnico-costruttive.

Precisione del punto dell'abbattimento del diaframma

Nella costruzione del cunicolo esplorativo, la maggiore divergenza è prevista nell'ambito della rottura del diaframma al Brennero, con uno scostamento trasversale di 22 cm. Nel caso della costruzione delle canne principali, la maggiore divergenza è prevista nell'ambito della rottura del diaframma tra i lotti Mules e Sottoattraversamento Isarco, con uno scostamento trasversale di 9 cm. Lo scostamento dal punto di incontro delle canne principali sarà minore poiché ai fini del rilevamento topografico si potrà risalire alla posizione esatta mediante i collegamenti verticali con il cunicolo esplorativo già ultimato.

La maggiore divergenza nell'area di progetto austriaca è stata registrata nell'ambito della rottura del diaframma del cunicolo di soccorso con uno scostamento trasversale di 18,2 cm, quella minore nell'ambito della rottura meccanica del diaframma del cunicolo esplorativo con uno scostamento longitudinale di 1,7 cm.

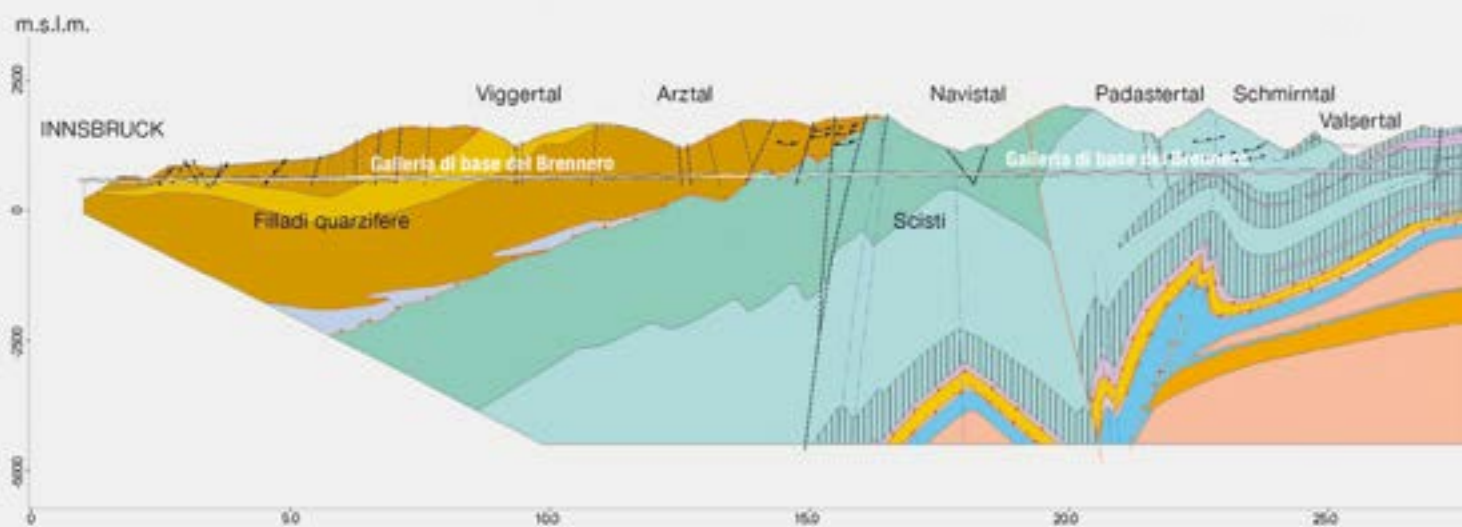




NEL CUORE DEL MASSICCIO DEL BRENNERO

Questi campioni di roccia sono il risultato di sondaggi di prospezione. Informano sulle caratteristiche geologiche dell'ammasso roccioso e costituiscono la base per la definizione degli interventi tecnico-costruttivi.

Profilo geologico longitudinale tra Innsbruck e Fortezza



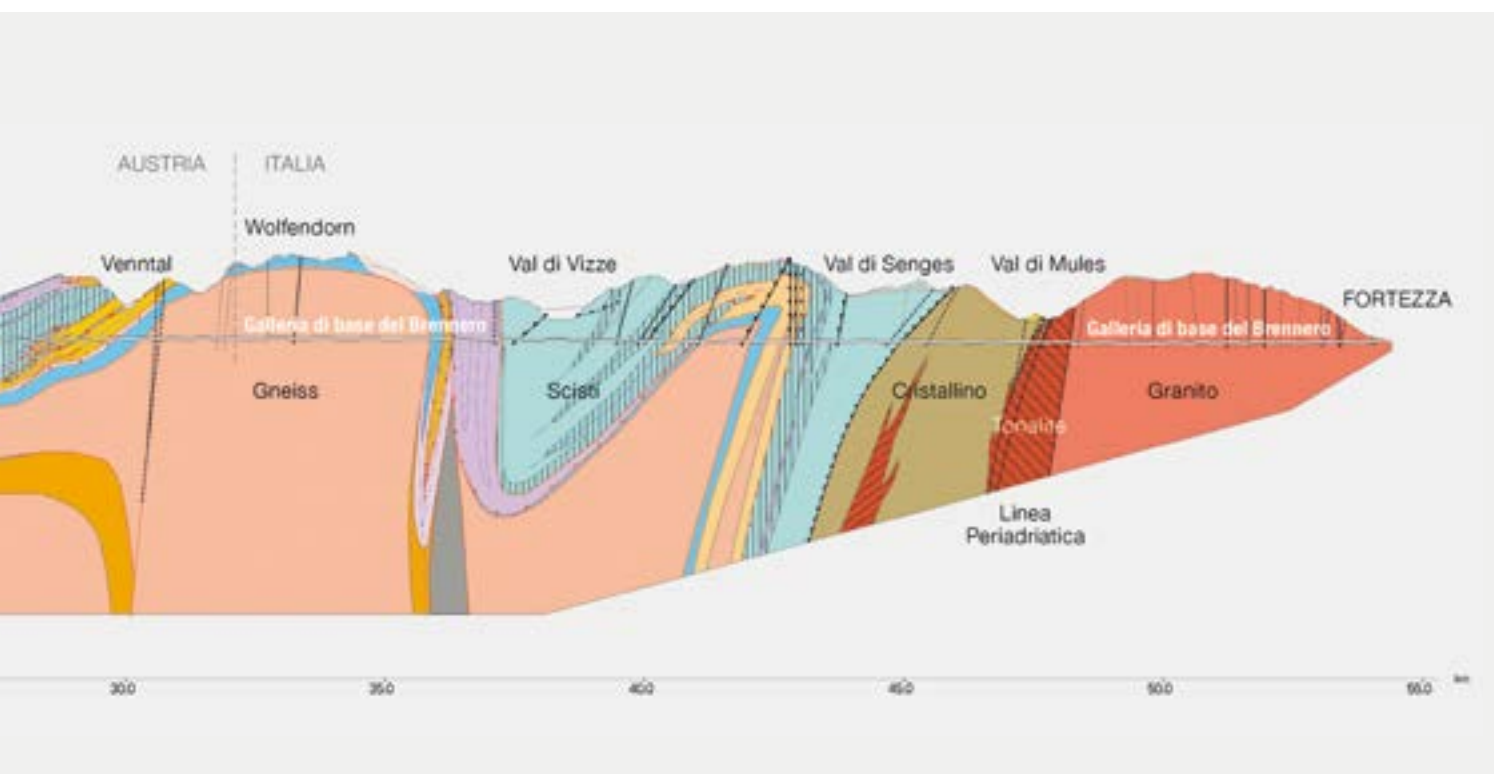
Neppure ricorrendo alle tecnologie più moderne è possibile formulare previsioni precise sulle condizioni geologiche nel cuore della montagna. Ciononostante il rischio di costruzione può essere ridotto al minimo grazie alle valutazioni di geologi esperti e ai dati raccolti nei sondaggi di prospezione e durante la realizzazione del cunicolo esplorativo ininterrotto.

L'effettiva realizzazione della galleria e la sua precisa posizione sono condizionati in modo decisivo dalle condizioni geologiche e idrogeologiche.

Per poter definire il tracciato idoneo per la Galleria di Base del Brennero sono stati eseguiti, in diversi punti dell'intera area di progetto, oltre 35.000 metri di sondaggi di prospezione, in parte fino alla quota della galleria. In tale ambito sono stati prelevati campioni di roccia che sono successivamente stati analizzati in laboratorio.

Nonostante l'impiego di tecniche moderne, non è possibile prevedere con precisione le reali condizioni geologiche all'interno della montagna. Per questo motivo, il progetto della Galleria di Base del Brennero prevede lo scavo di un cunicolo esplorativo ininterrotto al fine di acquisire informazioni dettagliate sulle caratteristiche della roccia su tutta la tratta e conseguentemente ottimizzare lo scavo dal punto di vista tecnico ed economico.

Tra Innsbruck e Fortezza la Galleria di Base del Brennero attraversa, in linea di massima, quattro diverse tipologie di roccia, ossia: fillade quarzifera, scisto, gneiss e granito.





Campagna di sondaggi Venntal (2015)

Linea Periadriatica

Tra le Alpi meridionali e occidentali:

Una sfida particolare per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero è l'attraversamento del lineamento periadriatico; si tratta della più lunga zona di faglia dell'intero arco alpino, che si estende per una lunghezza di 700 chilometri ed interseca il tracciato della galleria presso Mules, per un tratto ampio circa 700 metri. La faglia periadriatica separa le Alpi meridionali dalle Alpi rispettivamente orientali e occidentali.





MONITORAGGIO DELLE RISORSE IDRICHE E IDROGEOLOGIA

La tutela delle acque, sia in superficie sia sotterranee, ha la massima priorità durante tutte le attività di costruzione della Galleria di Base del Brennero.



Il grafico mostra l'area lungo la Galleria di Base del Brennero la quale viene permanentemente sottoposta ad un dettagliato monitoraggio idrogeologico.

Le Alpi sono il serbatoio d'acqua d'Europa. Per preservare questa risorsa, i lavori per la realizzazione della Galleria di Base del Brennero sono accompagnati da un ampio monitoraggio delle risorse idriche.

Il monitoraggio delle risorse idriche è iniziato già ante operam, negli anni tra il 2001 e il 2005, quando sono stati installati numerosi punti di misurazione sulla catena principale delle Alpi. L'obiettivo del monitoraggio è di comprendere il complesso bilancio idrico in tutta l'area di progetto e di osservarlo in modo tale da poter rilevare immediatamente ogni eventuale impatto dovuto alla costruzione della galleria.

Ci sono già oltre 1.300 punti di misurazione dislocati tra Innsbruck e Fortezza, in cui viene misurata la qualità delle acque di superficie e sotterranee. In tal modo, si rilevano le caratteristiche delle acque come pure la portata di sorgenti e torrenti, i livelli di falda, la temperatura e la conducibilità, prima, durante e dopo i lavori per la realizzazione della galleria. Viene rilevato, inoltre, il volume delle precipitazioni. In tal modo è possibile verificare se il livello delle acque sia cambiato a causa delle opere o a causa dei vari volumi di precipitazioni.

Un gruppo di esperti preleva regolarmente dei campioni che vengono analizzati in laboratorio per verificarne la composizione chimica. La Galleria di Base del Brennero viene realizzata a notevoli profondità e in gran parte attraverso la roccia compatta. Pertanto, il rischio di "isterilimento" per le sorgenti è ridotto. Se, ciò nonostante, il bilancio delle risorse idriche nell'area del progetto dovesse subire cambiamenti, sono già previste misure atte ad evitare la compromissione delle risorse idriche.



AMBIENTE E NATURA



Nell'area di cantiere di Mules, le misure di tutela ambientale e di protezione dalle emissioni diventano visibili.

Oltre ai fini del monitoraggio, i dati raccolti servono come base per l'elaborazione dei modelli idrogeologici. L'ammasso roccioso è stato suddiviso a tal fine in zone idrogeologiche in base alla permeabilità della roccia. In tal modo è stato possibile rilevare la presenza di sistemi di flusso profondi.

Nell'ambito della realizzazione della Galleria di Base del Brennero, l'Austria e l'Italia svolgono numerosi progetti di tutela ambientale. In tal modo, questa tratta ad alta capacità contribuisce anche alla tutela della zona alpina. Anche i lavori di costruzione vengono eseguiti nel massimo rispetto dell'ambiente.

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero è accompagnata da numerose misure di tutela ambientale atte a ridurre ad un minimo gli impatti sia per la popolazione che per la flora e la fauna. Le opere sono soggette a rigide prescrizioni di tutela ambientale.

Tutela della popolazione

La presenza di polvere e di rumore in cantiere è ridotta al minimo possibile. Per proteggere dal rumore sono stati eretti rilevati e barriere antirumore. Per le turbine che ventilano la galleria sono stati realizzati appositi cameroni nella montagna. Se i cantieri si trovano nelle vicinanze di aree residenziali, gli orari di lavoro in cantiere sono limitati per rispetto ai confinanti.

Anche l'impatto sulla qualità dell'aria dovuto al traffico di cantiere sarà mantenuto al minimo possibile. A tal fine sono stati realizzati svariati punti di accesso e uscita autostradali in tutta l'area di progetto, che rendono possibile l'approvvigionamento dei cantieri tramite la rete di trasporto primaria. Si evita così di transitare per i centri abitati.

Per il cantiere a Wolf presso Steinach am Brenner è ad esempio stata realizzata un'apposita galleria di accesso, la galleria Saxen. Tutto il traffico di cantiere parte dal CSA dell'Autostrada del Brennero A13 e arriva, passando attraverso la galleria Saxen, direttamente al cantiere di Wolf. In tal modo si evita il traffico di cantiere nel centro dell'abitato di Steinach.

Dal 2016, il cantiere di Wolf dispone inoltre di un proprio raccordo ferroviario. Il materiale di costruzione e i macchinari possono quindi essere forniti e rimossi direttamente su rotaia.

Tutta la viabilità di cantiere e i depositi provvisori di materiale sono soggetti all'abbattimento delle polveri con acqua. I veicoli e le macchine di cantiere vengono puliti regolarmente. Il trasporto del materiale di scavo all'interno del cantiere avviene per lo più con nastri trasportatori. Tutti i veicoli di cantiere e le macchine operatrici impiegati devono essere conformi agli ultimi standard della tecnica.



Il cantiere di Wolf dispone di un collegamento diretto all'autostrada A13 del Brennero nonché di un proprio raccordo ferroviario alla ferrovia del Brennero.



Tutte le acque prodotte nell'ambito dei lavori di costruzione della galleria vengono depurate in impianti di trattamento delle acque.

Acque di galleria

Le acque provenienti dalla galleria vengono depurate e raffreddate in conformità alle disposizioni di legge prima di essere immesse nei corpi idrici ricettori. La depurazione avviene negli impianti di trattamento delle acque che si trovano nelle diverse aree di cantierizzazione. Inoltre vengono monitorati in modo costante i parametri rilevanti per l'ecologia delle acque (ad es. il pH, l'azoto ammoniacale, l'intorbidamento ecc.) in base a misurazioni continuative e con il prelievo di campioni misti giornalieri, soggetti poi ad analisi presso enti statali certificati di analisi ed ispezione. In tal modo si verifica il rispetto dei valori limite prescritti dalla legge. I risultati delle misurazioni vengono trasmessi alle autorità. Tutti i parametri rilevati possono essere monitorati in tempo reale online.

Tutela di flora e fauna

La realizzazione della Galleria di Base del Brennero interferisce anche con gli habitat di fauna e flora locale, soprattutto nelle vicinanze dei depositi per lo smarino. La maggior parte dei terreni è soggetta ad occupazione soltanto temporanea e sarà poi ripristinato lo stato originale dei terreni.

I pipistrelli sono diventati sempre più rari e necessitano di tutele speciali - anche l'orecchione bruno (*Plecotus Auritus*), uno di 24 specie di pipistrelli presenti in Tirolo. Prima dell'inizio dei lavori di costruzione nella valle Padastertal, BBT SE ha svolto un ampio rilevamento delle condizioni ambientali. Per la tutela di questa specie di pipistrelli sono state installate cassette per la nidificazione nelle vicinanze del deposito.

Misure di compensazione ecologica

Per quanto concerne l'ecologia, nell'ambito della realizzazione della Galleria di Base del Brennero si implementeranno, fra le altre, le seguenti misure che rappresentano un valore aggiunto sia per la popolazione che per l'ambiente naturale.

Rivitalizzazione del complesso boschivo-paludoso Tantegert

In collaborazione con la città di Innsbruck e con soggetti privati, proprietari di terreni, nel corso del primo semestre 2016 è stata rivitalizzata l'area boschiva paludosa presso il Lanser Kopf alla fermata del tram di Tantegert. Nell'area paludosa artificialmente drenata, il livello dell'acqua è stato alzato ed è stata creata una zona con due piccoli specchi d'acqua. Il boschetto di ontani bianchi è stato rivalutato e le specie estranee sono state rimosse. La città di Innsbruck ha inoltre realizzato un sentiero privo di barriere architettoniche attorno alla zona paludosa e vi ha collocato pannelli informativi e panchine. In tal modo è stato realizzato un luogo ricreativo privo di barriere architettoniche e di qualità elevata, accessibile anche con i mezzi di trasporto pubblici.

Prato di orchidee nella valle Padastertal

I piccoli biotopi sono molto importanti nell'insieme dei biotopi. Questi includono i prati di orchidee che troviamo spesso su terreni calcarei o alcalini, non concimati e umidi. Nella valle Padastertal, BBT SE ha spostato con successo un prato di orchidee di ca. 250 m², garantendone così l'esistenza continuata.

Misure di ecologia idrica

Con questi interventi si intende adempiere alle prescrizioni del Piano Nazionale di Tutela delle Risorse Idriche e rivitalizzare contestualmente alcuni degli habitat più preziosi della regione alpina, preservandoli per i posteri.

Interventi spondali “Rio di Scaleres”

Nei pressi della località di Varna è stata ristrutturata la zona di sponda del Rio Scaleres, creando così luoghi ricreativi. Sono stati realizzati un ponte pedonale, aree verdi pianeggianti, possibilità di gioco per bambini, un impianto Kneipp e un sentiero pedonale lungo 140 m.

Ampliamento e miglioramento della struttura dell’Isarco

Nell’area paludosa Sterzinger Moos, l’Isarco è stato ampliato di un’area di 0,5 ha su una lunghezza di 200 m. Lo scopo di questo intervento è stato quello di creare un’isola non consolidata e di modellare le sponde con un alto grado di naturalità con vegetazione arborea. Oltre a ciò sono previste misure per il miglioramento dell’Isarco nell’area tra il deposito Genauen e il bacino artificiale di Fortezza. Queste comprendono la posa in opera, a tratti, di pietre di protezione costituite da massi ciclopici posate a secco, nonché la posa nell’alveo di massi a gruppi di scogli. Complessivamente saranno posati ca. 6.500 m³ di pietre.

Ristrutturazione di corsi d’acqua per migliorarne le possibilità di passaggio per la fauna ittica

- Eliminazione degli ostacoli posti da stramazzi nel torrente Sill nel territorio comunale di Innsbruck
- Ristrutturazione del torrente Navis
- Realizzazione di un passaggio per la fauna ittica nel torrente Gschnitz
- Allargamento della foce del torrente Padaster

Allargamento dei fiumi e realizzazione di prati ripariali

- Allargamento torrente Vize-Isarco
- Allargamento del torrente Sill al portale di Wolf

Ulteriori Misure

- Realizzazione di un sentiero didattico geologico a Campo di Trens
- Costruzione di bacini idrici per l’irrigazione di terreni adibiti ad agricoltura
- Impermeabilizzazione del punto di scarico del Schrüttensee
- Realizzazione di barriere antirumore lungo la linea ferroviaria esistente
- Posa di cavi elettrici sotterranei a Campo di Trens e Varna
- Realizzazione di piazzole ecologiche sotterranee



Rivitalizzazione dell'area paludosa di Tantegert presso Innsbruck



La briglia Tivoli si trova nell'area comunale di Innsbruck ed è parte di una centrale elettrica a servizio continuo sul Sill.

GESTIONE DEL MATERIALE DI SCAVO



Una gran parte del materiale di scavo viene trattato in diretta vicinanza delle gallerie di accesso e quindi riutilizzato come inerte.

La gestione attenta delle risorse naturali e la tutela dell'ambiente sono aspetti fondamentali del progetto BBT.

Nel corso della realizzazione della Galleria di Base del Brennero verranno estratti ca. 21,5 milioni m³ di smarino che, in base alle sue caratteristiche, sarà conferito in deposito o riutilizzato.

Dal materiale di scavo al materiale per la costruzione

Il trattamento e il riutilizzo del materiale aiutano a proteggere le risorse naturali. Il materiale trattato può essere riutilizzato nel corso delle lavorazioni in galleria, per la produzione di calcestruzzi necessari alla realizzazione di conci di rivestimento e solette, nonché come spritz-beton. Dato che il materiale di scavo, da un punto di vista geologico, si presenta variamente costituito, la quantità di materiale riutilizzabile varia notevolmente. Laddove il materiale trattato è in esubero rispetto al fabbisogno da riutilizzare internamente ai cantieri, verrà impiegato in altre lavorazioni come inerte per calcestruzzo.

Università e industria stanno sviluppando tecniche e impianti innovativi al fine di individuare nuovi metodi per il riutilizzo di grossi quantitativi di inerti. In laboratorio e nei cantieri vengono svolte continue ricerche e test affinché si compri l'idoneità del materiale per i diversi utilizzi. La preparazione degli inerti per il calcestruzzo avviene attraverso gli impianti di frantumazione direttamente nei cantieri. Un sistema di controllo all'avanguardia garantisce un livello qualitativo costante ed elevato.





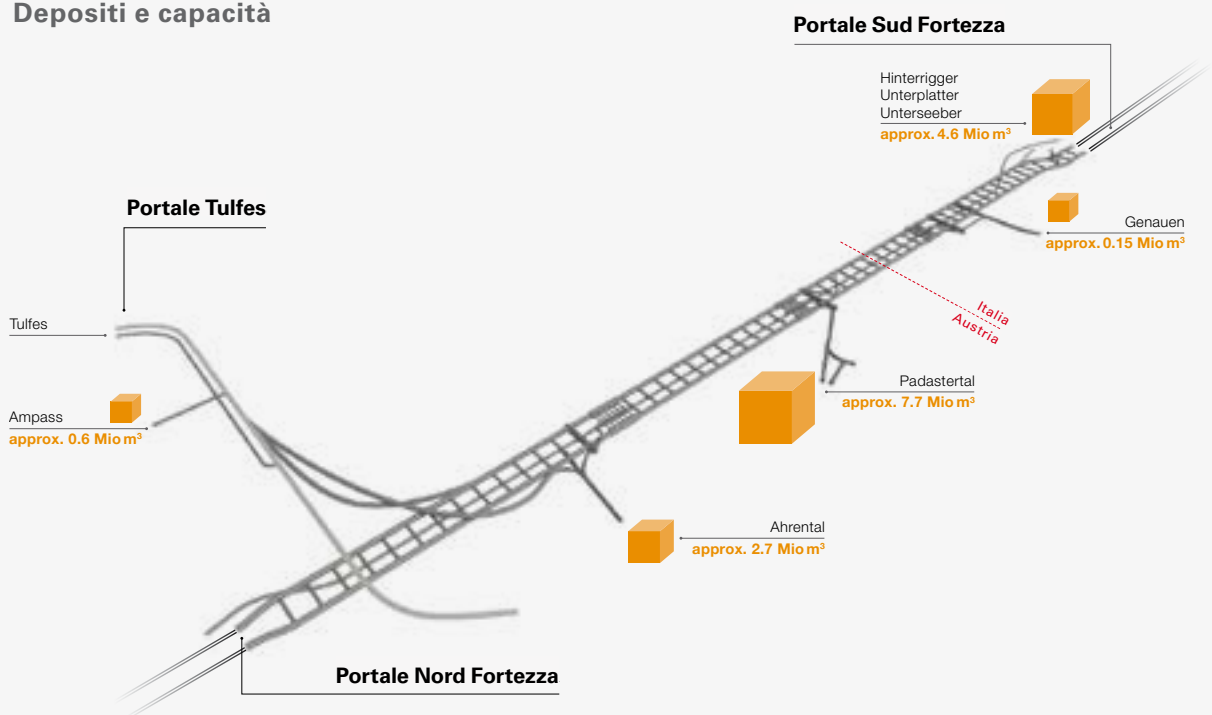
Deposito di Hinterrigger nei pressi di Aica (agosto 2023)

Depositi lungo il tracciato

Per il deposito del materiale non riutilizzabile sono disponibili complessivamente cinque depositi in Nordtirolo ed in Alto Adige che si trovano ad Ampass, Ahrental, Padastertal, Genauen e Hinterrigger. Al fine di rendere il tragitto tra cantiere e deposito il più breve possibile, le aree di deposito sono state individuate nelle immediate vicinanze delle gallerie di accesso. Attraverso l'utilizzo di nastri trasportatori, il materiale di scavo viene trasportato direttamente dal fronte di scavo all'area di deposito più vicino.

Oltre a ciò, è stata prestata molta attenzione all'obiettivo di rendere le aree di deposito come strumento di schermatura dai rumori causati dalle principali vie di trasporto e/o come aree divisorie tra i boschi ed i pascoli. Infatti, i depositi sono stati concepiti in modo da inserirsi armonicamente nel contesto paesaggistico senza distruggerlo e senza rappresentare un fattore di disturbo paesaggistico ed estetico. Una volta depositato tutto il materiale, le singole aree di deposito saranno ricoltivate in superficie, restituendole alla natura come terreno boschivo o agrario.

Depositi e capacità



Dalla valle a "V" alla valle a "U"

Il deposito più esteso nell'area di progetto è quello nella Padastertal in Austria, una valle laterale della Wipptal. In quell'area, saranno depositati ca. 7,7 milioni m³, che corrispondono a circa la metà di tutto il materiale estratto sul versante austriaco.

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Per la predisposizione di tale area di deposito, si sono rese necessarie una serie di misure propedeutiche come la realizzazione di un cunicolo di deviazione per il torrente Padasterbach, lungo 1.500 metri. Tale intervento è risultato indispensabile per ottenere l'autorizzazione a realizzare il deposito in detta area. Durante la fase di costruzione delle gallerie e di deposito del materiale di smarino, il corso del torrente Padaster viene deviato in detto cunicolo realizzato allo scopo.

Oltre a ciò, per bypassare l'abitato, è stata realizzata la galleria Padaster di 700m e un ulteriore cunicolo di 950m, all'interno del quale transita il materiale di smarino su nastri trasportatori.

A monte del cunicolo di deviazione è stata costruita una grande briglia di ritenuta per il materiale detritico e un'opera di presa circa 100 metri più a valle, attraverso la quale il torrente Padaster viene deviato nel cunicolo di deviazione. Entrambe queste opere hanno lo scopo di proteggere il deposito da inondazioni e frane durante la fase di costruzione. Infatti, in occasione delle gravi intemperie nel luglio 2012, questa briglia di ritenuta, completata poco prima, ha mostrato tutta la sua efficacia, risparmiando la frazione di Siegreith (Steinach am Brenner) da frane.

Dove il torrente Padaster ritorna in superficie, dopo essere stato deviato in sotterraneo, è stata costruita un'ulteriore briglia di ritenuta per il materiale detritico. Anch'essa rappresenta una protezione efficace da frane e da inondazioni. Una volta realizzato il deposito, il nuovo fondovalle verrà completamente rinaturalizzato. Si creeranno pascoli, aree di compensazione ecologica, una strada forestale ed un nuovo corso naturale del torrente.



Val Padastertal 2014: Le attività di costruzione (cunicolo di smarino, briglia di ritenuta per il materiale detritico) sono ultimate, il conferimento del materiale di scavo in deposito è in corso.

La Val Padastertal verrà completamente rinaturalizzata una volta terminato il deposito del materiale di scavo (rimboscamiento, nuovo corso del torrente, aree di compensazione ecologica ecc.)



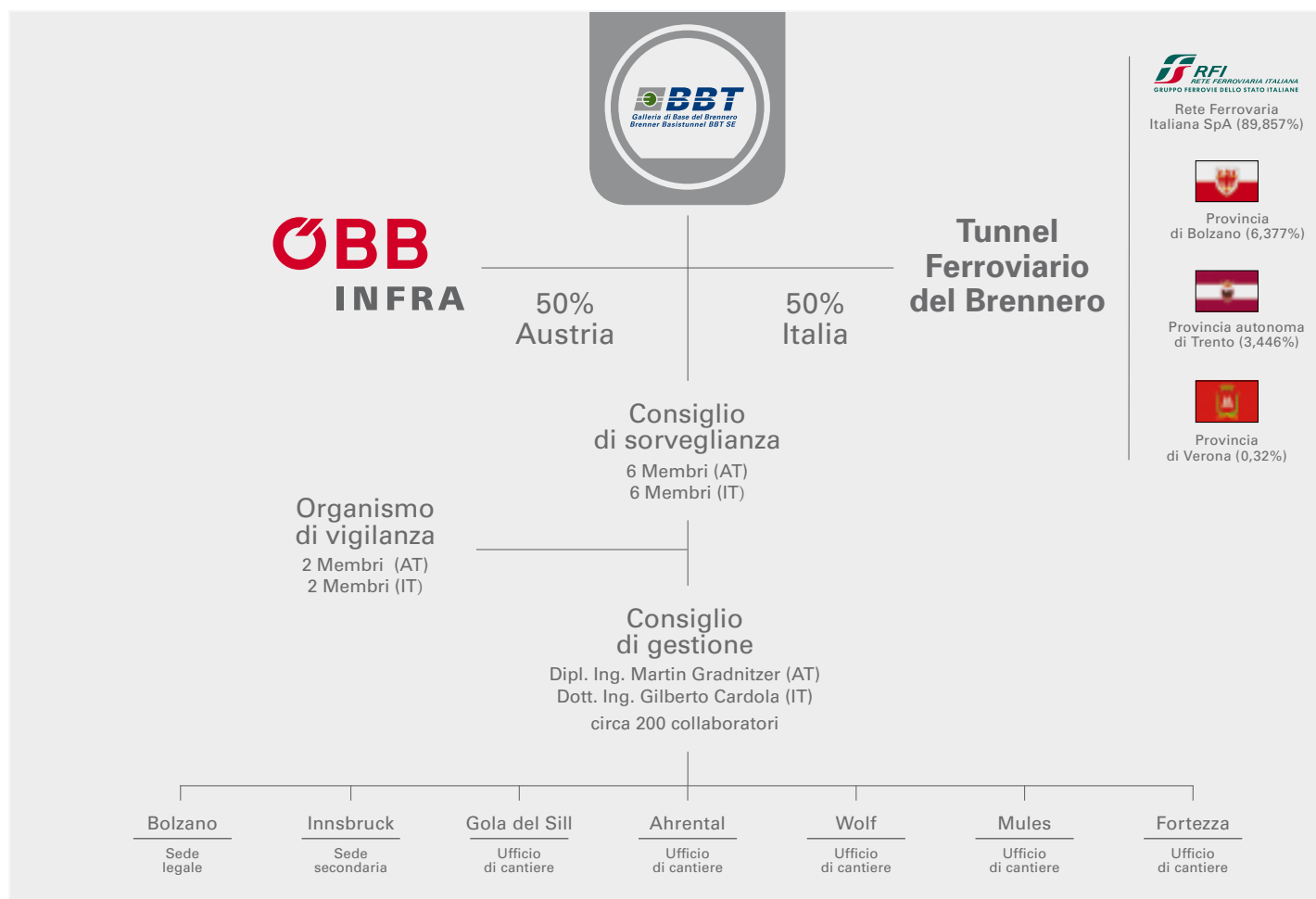
Vista aerea della Val Padastertal (agosto 2023)

BBT SE – UNA SOCIETÀ DI PROGETTO AI SENSI DEL DIRITTO DELL'UNIONE EUROPEA

Nel 1999, i Ministri dei Trasporti di Austria e Italia costituirono il Gruppo Europeo di Interesse Economico, denominato GEIE BBT, con lo scopo di progettare la Galleria di Base del Brennero. Il 16 dicembre 2004 venne istituita la Galleria di Base del Brennero – Brenner Basistunnel BBT SE la quale è ora responsabile della costruzione della Galleria di Base del Brennero. La forma giuridica SE sta per „Societas Europaea“, una forma di società transnazionale sancita dal diritto europeo.

I lavori propedeutici alla costruzione della galleria hanno avuto inizio nel 2006. La costruzione vera e propria della galleria è iniziata nel 2007.

Azionisti



Le azioni di BBT SE sono ripartite in egual misura tra Austria ed Italia. La Österreichische Bundesbahnen Infrastruktur AG detiene il 50% del pacchetto azionario ed è socio unico per l'Austria.

In Italia, la società di partecipazione TFB (Tunnel Ferroviario del Brennero Holding S.p.A.) detiene il restante 50%. La TFB è partecipata da RFI al 89,85% (Rete Ferroviaria), dalla Provincia Autonoma di Bolzano al 6,377 %, dalla Provincia Autonoma di Trento al 3,446 % e dalla Provincia di Verona al 0,32%.

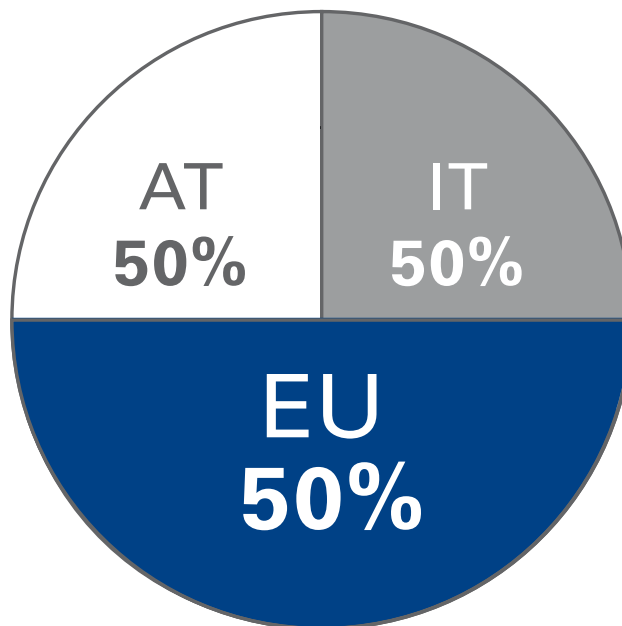
Sede della società

Alla stipula dell'Accordo di Stato tra Austria e Italia in data 30/04/2004 per la costruzione della Galleria di Base del Brennero, la sede legale della BBT SE era stabilita ad Innsbruck. Con l'inizio della fase di costruzione nel 2011, la sede legale della società è stata trasferita a Bolzano. La sede legale tornerà ad Innsbruck quando la Galleria di Base del Brennero sarà messa in esercizio.

Oltre alle due sedi di Bolzano e di Innsbruck sono stati allestiti degli uffici di cantiere nell'area di progetto tra Tulfes e Fortezza.

Finanziamenti

La Galleria di Base del Brennero viene cofinanziata dall'Unione Europea nella misura del 50 %. In questo ambito, l'UE verifica costantemente lo stato di avanzamento dei lavori e l'utilizzazione dei fondi concessi. Di conseguenza, delibererà su eventuali finanziamenti futuri. Il restante 50% dei costi viene ripartito equamente tra Austria e Italia.





www.bbt-se.com

Aggiornamento continuo sul progetto della Galleria di Base del Brennero.
Prenotazione di visite guidate, informazioni su appalti di lavori e servizi.

Gli Infopoint

Ingresso libero

Pianeta Galleria BBT

Alfons-Graber-Weg 1

A-6150 Steinach

www.tunnelwelten.com/it



Infopoint Fortezza

Osservatorio per l'Ambiente

e la Sicurezza del Lavoro

Forte Asburgico di Fortezza

Via Brennero / Brennerstraße

I-39045 Fortezza

Mar - Dom: 10.00 - 18.00 (da maggio a ottobre)

Mar - Dom: 10.00 - 16.00 (da novembre ad aprile)

www.bbtinfo.eu/infopoint

T. +39 0472 057200

Esposizione Stazione centrale Innsbruck

6.00 - 22.00

GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Piazza Stazione, 1

I-39100 Bolzano

T. + 39 0471 0622 10

F. + 39 0471 0622 11

bbt@bbt-se.com

www.bbt-se.com

BRENNER BASISTUNNEL BBT SE

Amraser Straße 8

A-6020 Innsbruck

T. + 43 512 4030

F. + 43 512 4030 110

bbt@bbt-se.com

www.bbt-se.com

