

LA NUOVA CIRCONVALLAZIONE DI BRESSANONE E VARNA

È IN VIA DI COMPLETAMENTO LA CIRCONVALLAZIONE DI BRESSANONE E STA PER INIZIARE QUELLA DI VARNA: INSIEME COSTITUISCONO UN CASO DI ECCELLENZA CON SOLUZIONI ESTREME

L'opera, la cui costruzione è iniziata nel Settembre del 2006, permette al traffico veicolare di aggirare i nuclei cittadini di Bressanone e Varna con una variante alla S.S. 12 "del Brennero" che attraversava il centro urbano di Bressanone e attualmente percorre la parte più a valle dell'abitato di Varna. Oltre ai collegamenti iniziale e finale (Sud e Nord) con la S.S. 12, sono presenti due collegamenti intermedi, uno con il centro abitato di Bressanone ed uno con l'intersezione tra la S.S. 12 proveniente dalla valle Isarco e la S.S. 49 della Val Pusteria. La lunghezza complessiva è di 4,2 km per l'asse principale e 1,1 km per le due bretelle di collegamento con il centro urbano, con un importo dei lavori complessivo di 104.000.000,00 Euro circa. In Figura 1 il tratto in rosso rappresenta il tracciato della circonvallazione attuale aperta al traffico, ad Aprile 2011, il tratto in giallo il tracciato attualmente in fase di esecuzione ed il tratto in azzurro il tracciato in fase di approvazione.

I lavori sono stati caratterizzati da aspetti tecnici particolarmente interessanti, derivanti dalle severe condizioni al contorno in cui si sviluppa il tracciato, prevalentemente in sotterraneo. Il progetto ha comportato l'inserimento del tracciato in un corridoio ubicato al margine Ovest del centro abitato, in area comunque urbanizzata e densa di infrastrutture. Le coperture sono necessariamente ridotte (al massimo 60 m) sia a causa della morfologia locale sia per permettere la creazione dello svincolo centrale all'aperto. I materiali interessati dallo scavo sono costituiti da terreni morenici e alluvionali quaternari, sotto falda, a copertura del substrato metamorfico filladico pre-permiano che, insieme a un corpo dioritico intrusivo, è stato attraversato nella prima parte di galleria naturale da Sud. Infine, le posizioni degli innesti della variante alla S.S. 12 "del Brennero" comportano un doppio sottopasso con ridotte coperture sia della linea ferroviaria del Brennero che dell'Autostra-



1. Un fotopiano con la suddivisione in tratti aperti al traffico, in esecuzione e in progettazione, della circonvallazione di Bressanone e Varna

da del Brennero nonché la creazione, in corrispondenza dell'imbocco Sud, di un attacco degli scavi in sotterraneo e di un ramo di svincolo in trincea in condizioni particolarmente difficili.

Per la realizzazione del lavoro sono state utilizzate con successo le più disparate tecniche di intervento in campo geotecnico, quali, per esempio, iniezioni cementizie da tubi valvolati, micropali sia in sotterraneo (infilaggi) che per paratie tirantate di tipo "berlinese", chiodature autoperforanti per la realizzazione di scarpate artificiali in materiali sciolti (soil nailing), iniezioni jet-grouting, perforazioni con sistema Symmetrix (Atlas Copco), pali secanti, abbassamento della falda mediante pozzi di emungimento. La particolare delicatezza delle condizioni al contorno ha inoltre comportato efficaci sistemi di monitoraggio del comportamento del terreno superficiale e delle strutture in prossimità degli scavi.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La carreggiata stradale è bidirezionale con due corsie da 3,75 m, una per senso di marcia, e banchine laterali di 0,5 m. La larghezza pavimentata complessiva è quindi di 8,5 m. In galleria sono previsti due marciapiedi laterali di 1,0 m. La pendenza longitudinale massima è del 3% e il raggio minimo di curvatura del tracciato principale è di 250 m.

Il tracciato è molto articolato e si può convenzionalmente dividere in quattro parti principali. La prima, a valle dell'abitato di Bressanone, comprende la tratta dall'innesto con la S.S. 12 "del Brennero" fino all'imbocco Sud della galleria, costeggiando il piede del rilevato ferroviario a sua volta sovrastato dal muro di sostegno dell'Autostrada del Brennero.

Lo svincolo Sud è risolto con una rotatoria di innesto sulla S.S. 12 "del Brennero", mentre per consentire la continuità di traffico evitando interferenze tra il flusso veicolare proveniente e/o diretto in galleria con quello in uscita da Bressanone sulla vecchia statale, si è realizzato un ramo monodirezionale in sottopasso della stessa circonvallazione, in terreni alluvionali e di conoide sotto la quota di falda.

La seconda parte del tracciato comprende la galleria Sud dall'imbocco lato Bolzano all'imbocco lato Brennero.

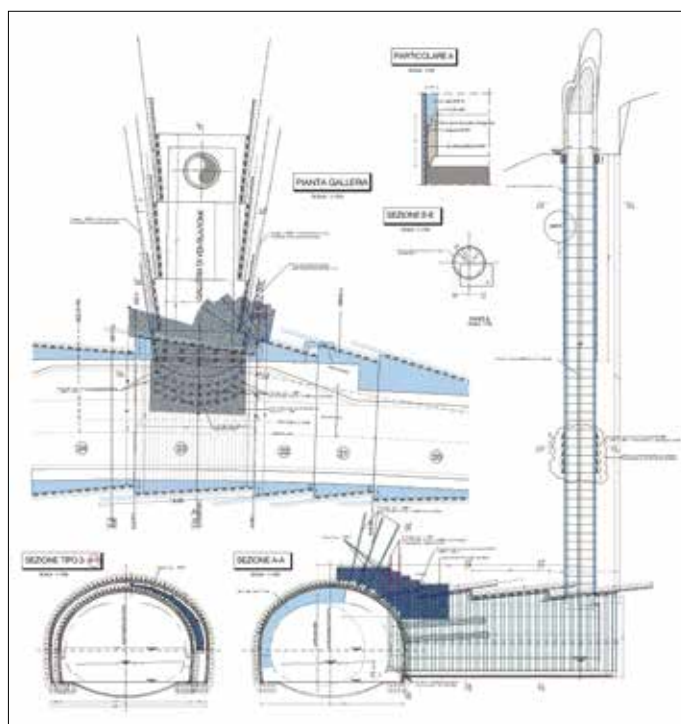
L'attacco degli scavi in sotterraneo della galleria Sud ha inciso il rilevato della linea ferroviaria con un angolo molto acuto (Figura 2) e con coperture inferiori a 5 m, in terreni sciolti (riporti, depositi di conoide) per i quali è stato necessario intervenire mediante complesse opere di presidio. Superato il sottopasso della ferrovia e della soprastante autostrada, lo scavo è proseguito in galleria naturale con abbattimento mediante tiri controllati entro un iniziale ed imprevisto corpo dioritico intrusivo, e quindi nella più tenera roccia appartenente alla formazione delle Filladi Quarzifere di Bressanone. In questa tratta è ubicata una prima piazzola di sosta (direzione Nord, salita).

Proseguendo verso Nord, la galleria naturale ha attraversato, con consolidamenti jet-grouting all'estradosso e nel nucleo, terreni di natura morenica e alluvionale (alluvioni antiche e depositi di conoide) sotto falda, con battente massimo di circa 10 m, fino a una prima tratta in artificiale, dove è confluita dopo aver sottopassato nuovamente l'autostrada, interamente scavata in terreni sciolti (alluvioni recenti, depositi di conoide e terreni di riporto). In questa tratta sono ubicati una seconda piazzola di sosta (di-



2. Veduta dello svincolo Sud e dell'imbocco Sud della galleria Sud

rezione Sud, discesa) e un pozzo di ventilazione della profondità di oltre 50 m collegato alla galleria corrente da una camera di circa 30 m contenente i ventilatori di espulsione (Figure 3A e 3B). La tratta intermedia, estesa circa 55 m e sede di una terza piazzola di sosta (direzione Nord, salita), è stata scavata a cielo aperto con sostegno su tre lati delle pareti con berlinesi e pareti chiodate.



3A e 3B. La camera e il pozzo di ventilazione della galleria Sud

L'ultima parte della galleria Sud, è nuovamente scavata in galleria naturale in materiali sciolti (depositi di conoide) per un tratto di circa 110 m sottopassante alcuni fabbricati con coperture minime di 5 m. Verso l'imbocco lato Brennero è ubicata un'ulteriore tratta in artificiale che porta la lunghezza complessiva della galleria a 1.237 m di cui 1.097 m in naturale (988 m tratto Sud e 109 m tratto Nord a basse coperture).

Lungo lo sviluppo della galleria Sud sono realizzate tre vie di fuga pedonali direttamente collegate all'esterno, due delle quali risolte in galleria naturale e una in artificiale nella tratta intermedia a Nord.

Lo scavo in naturale dei cunicoli ha interessato i depositi di conoide, alluvioni antiche e morene quasi completamente sotto falda. Una via di fuga ha sottopassato l'autostrada del Brennero con una copertura minima di 13 m. Tra l'imbocco naturale e l'artificiale, con un approfondimento dello scavo a pozzo sostenuto da paratie berlinesi sui quattro lati, è stata realizzata una camera per predisporre l'intersezione su due livelli della galleria proveniente dallo svincolo centrale (attualmente in fase di esecuzione), che si dirama in direzione Ovest dalla tratta all'aperto compresa tra le gallerie Nord e Sud del primo lotto, per rientrare subito verso l'abitato di Bressanone con un ridotto raggio di curvatura ($R = 85,60$ m).

La terza parte del tracciato comprende la tratta all'aperto con il ramo dello svincolo centrale, e poi tutta la galleria Nord, (lunghezza complessiva 782 m), prevalentemente scavata in artificiale, fino all'uscita nei pressi dell'ospedale di Bressanone, ove continua in parallelo all'Autostrada del Brennero e si raccorda con una bretella di collegamento alla rotatoria sulla quale si innestano la S.S. 12 della valle Isarco e la S.S. 49 della val Pusteria.

La galleria Nord ha dovuto risolvere il difficile sottopasso, scavato in galleria naturale, con la linea ferroviaria del Brennero, sempre in terreni sciolti (depositi di conoide e alluvioni recenti) con coperture minime di circa 6 m e con angoli di incidenza estremamente ridotti e incompatibili con l'impiego di manufatti a spinta.

Particolare attenzione è stata posta agli aspetti legati alla sicurezza, in termini di vie alternative di fuga e/o accessi di soccorso, nell'eventualità del manifestarsi di situazioni di emergenza. A tale proposito, il progetto della galleria Sud prevede, lungo lo sviluppo del tracciato, la presenza di due vie di fuga pedonali di emergenza di circa 80 m di lunghezza.

La quarta e ultima parte del tracciato è costituita dalla circonvallazione di Varna, che si caratterizza per il suo inserimento planialtimetrico non semplice, in un territorio caratterizzato da vincoli di natura ambientale e paesaggistica, ma soprattutto dall'estrema vicinanza con l'Autostrada del Brennero.



4A e 4B. Trovanti nelle alluvioni (Scavo discenderia 2 e imbocco galleria svincolo centrale)

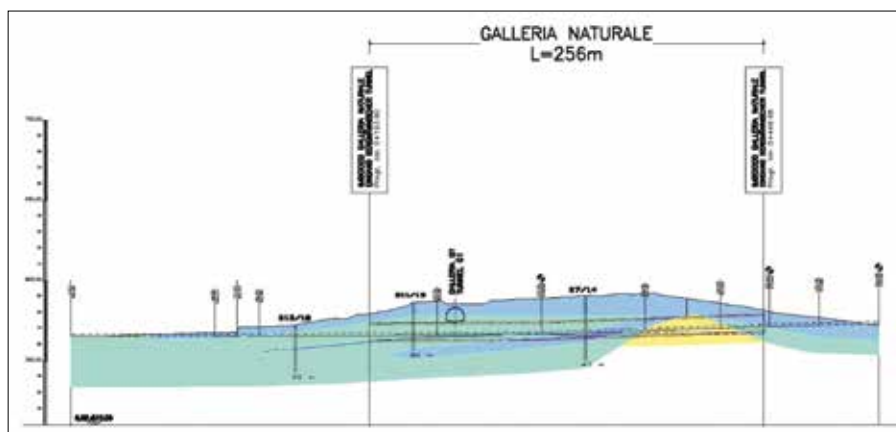
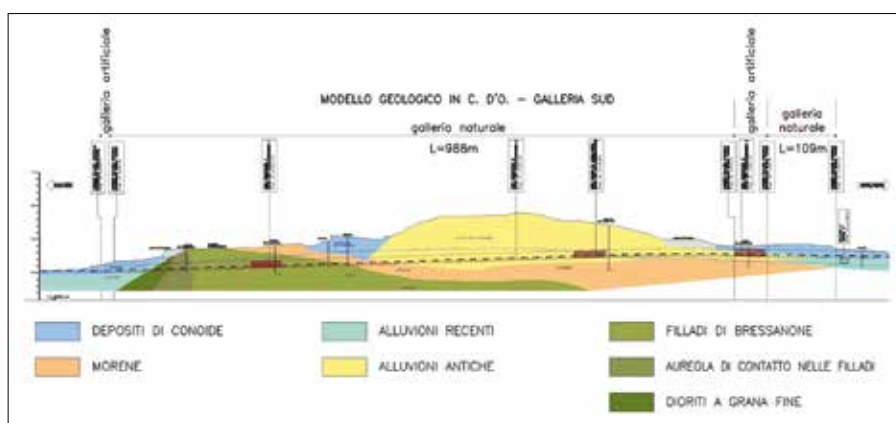
Ciò ha determinato la necessità di operare scelte progettuali congruenti con il quadro complessivo della zona, come la scelta di passare in galleria sotto il rio Scaleres e sotto all'area di servizio autostradale Plose, consentendo così anche un futuro ampliamento della stazione di servizio.

ASPETTI GEOLOGICI

Il tracciato si snoda sulla destra orografica della Valle Isarco, in posizione decisamente parietale rispetto alle prime falde dei monti Sarentini. La copertura massima nella galleria Sud sfiora i 60 m, ma mediamente non si superano i 20 m.

La sequenza dei litotipi in scala verticale (depositi di conoide, alluvioni recenti, alluvioni antiche e depositi glaciali a copertura del basamento metamorfico sudalpino costituito dalle Filladi di Bressanone) e le loro caratteristiche geotecniche hanno confermato in sostanza le previsioni progettuali a meno dell'eterogeneità della concentrazione dei trovanti (Figure 4A e 4B) e della maggiore profondità di contatto tra morene e alluvioni antiche.

Il modelli geologici emersi in corso d'opera (galleria Sud e galleria svincolo centrale) sono indicati nelle Figure 5A e 5B.



5A e 5B. Il modello geologico della galleria Sud (5A) e della galleria svincolo centrale (5B)



6A e 6B. Lo scavo in roccia: filladi di Bressanone (6A) e in terreno sciolto (6B); si osservano le colonne di jet-grouting nel nucleo dopo le recenti alluvioni

LE GALLERIE NATURALI: SCAVI, CONSOLIDAMENTI E DRENAGGI

Le gallerie in naturale hanno interessato una tratta di roccia, circa 240 m sul lato imbocco Sud della galleria Sud, ma la prevalenza degli scavi, per complessivi 1.000 m circa, è stata eseguita in terreni quaternari sciolti.

Per quanto attiene lo scavo in roccia le difficoltà riguardavano i vincoli vibrometrici sulle preesistenze di superficie, specie la ferrovia e l'autostrada. Per tali ragioni al necessario impiego di esplosivo sono stati imposti tiri controllati e la tecnica smooth-blasting (interassi tra i fori di contorno molto ravvicinati, elevato rapporto tra i diametri del foro e della carica). Il rivestimento di prima fase è stato in betoncino proiettato e chiodature radiali per le tratte a comportamento geomeccanico più favorevole, Classe III secondo Bieniawski, integrato da centine in profilati d'acciaio accoppiati in Classe IV (Figura 6A).

Molto più difficoltoso lo scavo entro i terreni sciolti di copertura della galleria Sud e della galleria dello svincolo centrale nelle tratte di sottopasso della linea ferroviaria e dell'Autostrada del Brennero (doppio sottopasso) e nei tratti a basse coperture. Sono state efficacemente applicate le sezioni tipo previste in progetto esecutivo, basate sul principio dell'arco consolidato in avanzamento e sul fronte, mediante colonne jet-grouting del diametro di 60 cm (57 all'estradosso, 28 nel nucleo e 32 sotto la base d'appoggio delle centine, rispettivamente di lunghezza 18 m, 15 m e mediamente 6 m). In calotta le colonne sono armate con tubi non coassiali in acciaio del diametro di 114,3 mm sp = 7 mm della lunghezza di 15 m (Figura 6B).

A seconda della criticità della condizione, la lunghezza del campo di avanzamento è stata dimensionata da 6 m (agli imbocchi), 9 m o 12 m in modo da ottenere una tripla, doppia o semplice sovrapposizione del pretrattamento in avanzamento, con una visiera minima di 6 m.

In avanzamento è stato realizzato, fino a ridosso del fronte, l'arco rovescio armato per garantire l'immediata chiusura dell'anello di rivestimento, compatibilmente alle esigenze cantieristiche.

Data la previsione di falda con battente fino a 10 m sulla calotta della galleria, è stato messo a punto un sistema di tubi drenanti, sub-longitudinali all'avanzamento, lanciati dai timpani di risega a ogni inizio campo, con efficacia preventiva per il campo successivo. Tali dreni sono stati realizzati con la tecnica Symmetrix (perforazione con rivestimento di terreni non consolidati senza impiego di alesatori asimmetrici).

In fase di esercizio, il rivestimento di tutta la tratta di galleria è impermeabilizzato su perimetro della calotta.

Per la creazione della piazzola di sosta e della camera di ventilazione in terreno sciolto si è fatto ricorso a un complesso consolidamento preventivo del terreno con iniezioni jet-grouting. La camera di ventilazione, in particolare, di sezione quasi pari alla galleria corrente e lunghezza circa 30 m, si innesta dalla piazzola di sosta a sua volta già composta da campi a geometria tronco-conica; inoltre, l'attacco in retto dal tracciato principale non concedeva l'ingombro utile minimo per eseguire trattamenti preventivi di adeguata profondità.

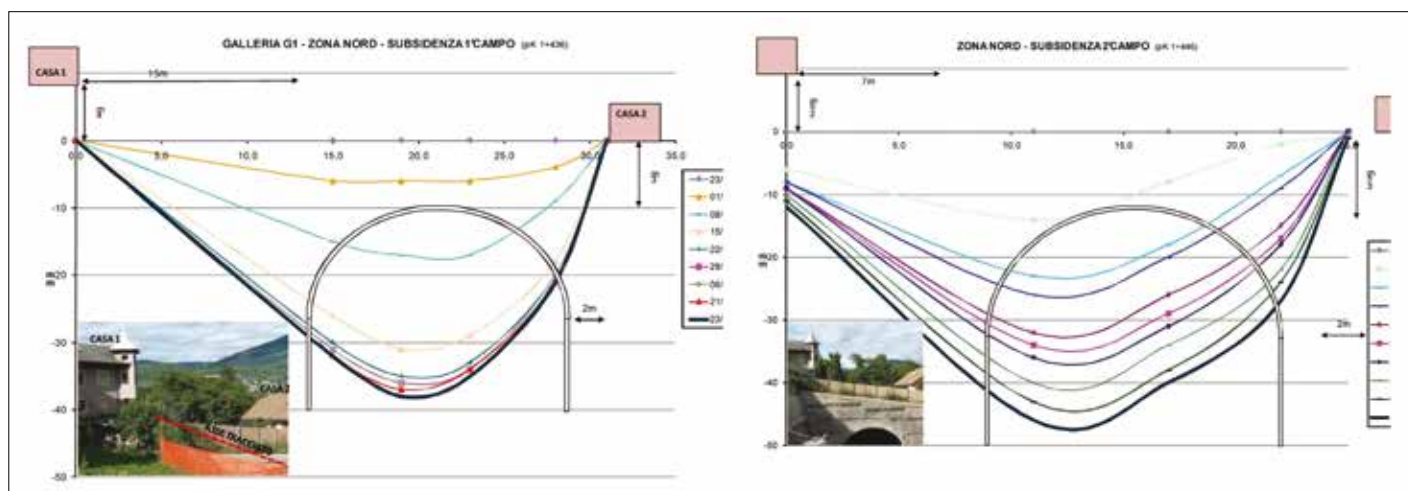
Entrambe le criticità sono state risolte con interventi di consolidamento trasversali all'asse galleria di ventilazione (jet-grouting e iniezioni valvolate VTR). Lo scavo della camera di ventilazione è stato effettuato dopo l'impermeabilizzazione e il rivestimento definitivo in c.a. del camerone.

Il pozzo di ventilazione è stato scavato per sottomurazione con posa di un rivestimento in c.a. e scarico del materiale di risulta all'interno della sottostante galleria di ventilazione attraverso una perforazione rivestita di opportuno diametro.

Anche per le vie di fuga sono state adottate sezioni tipo con adeguati interventi di consolidamento in jet-grouting all'estradosso e nel nucleo e/o infilaggi metallici.

Per lo scavo della galleria dello svincolo centrale, più larga di 1,40 m per garantire il necessario allargamento in curva, sono stati previsti campi di avanzamento da 9 e 12 m, in modo da ottenere una doppia o semplice sovrapposizione del pretrattamento in avanzamento. I campi di lunghezza ridotta si sono resi necessari per il tratto in curva, in cui il raggio di curvatura del tracciato limita l'operatività dei bracci della macchina per l'esecuzione dei consolidamenti; la curvatura delle pareti obbliga ad eseguire le





8A e 8B. L'imbocco del tratto a basse coperture verso Nord del sottopasso con minima copertura di due fabbricati (7A) e i diagrammi di evoluzione dei cedimenti con la schematizzazione della posizione dei fabbricati rispetto allo scavo (7B) presso la galleria Sud

perforazioni con una maggiore inclinazione e un conseguente notevole aumento della sezione di fine campo (sezione massima di scavo) che risulta essere di quasi 200 m².

Lo scavo è stato realizzato ed è in corso di realizzazione in presenza di terreni sciolti con scarse proprietà geotecniche, adottando una sezione di scavo di larghezza pari a 18,60 m, di entità rilevante in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati e alle basse coperture in gioco.

Lo scavo in sotterraneo in materiale sciolto con l'applicazione delle sezioni con consolidamento jet-grouting sotto l'autostrada del Brennero e nella zona a basse coperture nel tratto a Nord della galleria Sud (Figure 8A e 8B) e nella galleria dello svincolo centrale, ha conseguito ottimi risultati in termini di resa del trattamento, di sicurezza dell'avanzamento e di produzione, nonostante che nelle tratte di imbocco, nei depositi di conoide, siano stati rinvenuti trovanti di natura granitica in numero e dimensioni superiori a quelle previste dal progetto (fino a 100 trovanti per campo di avanzamento di lunghezza di 9 m, aventi dimensioni anche di diversi metri cubi), che hanno comportato il ricorso sistematico all'esecuzione di prefori per la realizzazione delle colonne di terreno consolidato.

LE INTERFERENZE CON LA FERROVIA E L'AUTOSTRADA DEL BRENNERO

Per entrambi i sottopassi ferroviari da parte delle gallerie Sud e Nord, con coperture di soli 5-6 m, la soluzione con manufatto a spinta non poteva essere adottata, o per la mancanza di area disponibile per la costruzione del manufatto o per l'estrema obliquità del tracciato stradale rispetto a quello ferroviario mentre, per il sottopasso da parte della galleria dello svincolo centrale, si è prevista la costruzione di un monolite a sezione più alta della sezione della galleria (distanza massima quota del ferro 0,80 m dall'estradosso della soletta), da spingere sotto i binari.

Per il sottopasso della galleria Nord, eseguito per primo, è stata adottata una struttura di totale supporto dei carichi ferroviari, le cui fasi esecutive sono descritte nel seguito.

Su ciascun lato della ferrovia:

- realizzazione di una paratia berlinese parallela ai binari della linea tale da permettere sbancamenti della profondità di circa 5,5 m;

- da tale quota, realizzazione dei pali di un'ulteriore paratia berlinese, per lo scavo fino alla quota di imposta delle murette della galleria;
- getto in aderenza alla paratia berlinese superiore di una trave in c.a. alta 5,5 m;
- scavo fino a quota galleria per ribassi successivi, alternati alla messa in opera di tiranti;
- getto di due piedritti in c.a. di sostegno alla trave superiore, a formare un portale circoscritto al futuro profilo di scavo della galleria. Data l'obliquità del sottopasso, le luci dei portali sono risultate di 37 m a Nord e 48 m a Sud.

In questo modo si sono creati sui due lati della galleria due portali in grado di assorbire la totalità dei carichi ferroviari.

Su tali archi sono state appoggiate, con un passo di 4 m, delle travi metalliche (HEB600) infisse trasversalmente immediatamente sotto ai binari; tra le travi metalliche i binari sono stati irrigiditi con fasci di rotaie in grado di limitare a valori ammissibili i cedimenti elastici dovuti ai carichi ferroviari.

A seguito di una campagna di consolidamenti con iniezioni cementizie eseguite orizzontalmente dai due fronti di attacco attraverso canne a manchettes, lo scavo a foro cieco è stato realizzato con geometria cilindrica alternando a sfondi di 1m la messa in opera di centine metalliche e betoncino proiettato. Il getto del rivestimento in c.a. completo di arco rovescio è stato effettuato alla minima distanza possibile dal fronte di scavo.

Per il sottopasso all'imbocco Sud della galleria Sud non è stato possibile realizzare una struttura identica a causa della mancanza sul lato Ovest (a monte della ferrovia) di spazio sufficiente tra ferrovia e il sedime dell'Autostrada del Brennero.

Sul lato Est è stato quindi realizzato un portale in c.a. pressoché identico a quelli della galleria Nord, con luce di 43 m, mentre a monte della linea ferroviaria è stato possibile realizzare solo sbancamenti della profondità di circa 4 m per la realizzazione di una trave in c.a. di ripartizione dei carichi estesa lateralmente oltre la traccia planimetrica dei piedritti della galleria. Tra le due strutture in c.a., a quota di poco inferiore a quella di imposta del ballast ferroviario, sono stati messi in opera, con il sistema di perforazione Symmetrix, elementi tubolari portanti in acciaio del diametro di 400 mm con un getto interno in c.a. ad interasse di 80 cm.



9. La posa della prima centina presso il quinto campo dall'imbocco Sud della galleria Sud (attraversamento FF.SS.)

A seguito di una campagna di iniezioni di miscela cementizia attraverso canne a manchettes, lo scavo a foro cieco è avvenuto per campi con geometria tronco-conica della lunghezza di 9 m, dopo aver realizzato infilaggi metallici in avanzamento, alternando a sfondi di 1m la messa in opera di un rivestimento di prima fase in centine metalliche e betoncino proiettato chiuso con arco rovescio alla minima distanza possibile dal fronte di scavo.

Data l'obliquità degli attraversamenti, l'attacco degli scavi in sotterraneo di entrambi i sottopassi è avvenuto aggredendo le paratie frontali con la costruzione di portali parzialmente esterni (Figura 10), al punto che, nel caso della galleria Nord, lo scavo completamente in sotterraneo è lungo solo pochi metri a fronte di uno sviluppo complessivo del sottopasso di circa 70 m.

Il sottopasso della ferrovia del Brennero dall'imbocco Sud della galleria Sud è stato realizzato in galleria naturale con un fronte di avanzamento inizialmente in materiale sciolto e progressivamente costituito dal substrato lapideo del basamento filladico, molto resistente e a tessitura massiva a causa del metamorfismo di contatto indotto dalla vicina intrusione dioritica, che progressivamente risale verso la calotta e che ha occupato tutta la sezione solo dopo l'attraversamento del sedime ferroviario e sotto l'autostrada del Brennero. In tali condizioni, di fondamentale importanza è stato il controllo delle vibrazioni prodotte dalle volate per l'abbattimento con esplosivo della roccia.

Il limite imposto da RFI per la velocità di vibrazione misurata in corrispondenza dei binari è stato di 50 mm/s. Con l'adozione di sfondi particolarmente ridotti, anche per l'installazione degli interventi di rivestimento di prima fase e la riduzione della carica unitaria per ritardo, il limite imposto è stato sistematicamente minorato e contenuto entro le raccomandazioni di cui alla DIN 4150, evitando così anche disturbi agli edifici e alle infrastrutture autostradali limitrofe all'imbocco.

Il sottopasso della ferrovia del Brennero dello svincolo centrale è previsto con la spinta di un monolite in c.a. sotto la linea ferroviaria descritto nel successivo paragrafo sui lavori in esecuzione.

LE GALLERIE ARTIFICIALI E I TRATTI ALL'APERTO

La parte iniziale del lotto a Sud, incidente il rilevato della ferrovia del Brennero, e tutte le tratte delle gallerie artificiali della galleria Sud, della galleria Nord, della galleria dello svincolo centrale e dell'accesso Nord della circonvallazione di Varna, sono state realizzate mediante scavi di sbancamento o in trincea.

Per la stabilizzazione delle scarpate in terreni di riporto (rilevati della ferrovia o dell'autostrada), alluvionali e depositi di conoide, di altezza fino a oltre 20 m, è stata ampiamente utilizzata la tecnologia della chiodatura del terreno (soil-nailing) con barre autopercoranti cementate di varia lunghezza e intensità di applicazione in funzione dell'altezza delle scarpate. Solo in casi particolari (pre-



10. Il sottopasso della linea ferroviaria del Brennero al portale Sud della galleria Nord

senza di edifici o infrastrutture a monte della scarpata), il progetto ha fatto ricorso a paratie tirantate, berlinesi con micropali e tiranti o pareti chiodate e tirantate (Figura 10).

La realizzazione delle scarpate con il sistema delle pareti chiodate, eseguite a campioni di non più 2 m di profondità e di 6m di sviluppo longitudinale, ha dato ottimi risultati anche nelle condizioni più gravose, con altezze di scavo particolarmente elevate. Nel caso specifico di un edificio di civile abitazione prospiciente allo scavo per la galleria artificiale Nord è stato applicato il sistema di scavo "top-down", con copertura provvisoria transitabile che coprisse la costruzione della galleria artificiale, appoggiata a berlinesi rinforzate eseguite rispettivamente lungo l'edificio da proteggere e lungo il rilevato ferroviario.

Per la realizzazione, sotto falda, del nuovo sottopasso dello svincolo Sud si è fatto ricorso a pali trivellati secanti del diametro di 1.200 mm, eseguiti, per superare i trovanti ciclopici scoscesi dal versante, con attrezzature di potenza 350 kW e con 270 kNm di coppia; la doppia paratia in pali secanti ha avuto il molteplice scopo di sostenere a Est la S.S. 12, a Ovest il rilevato della ferrovia del Brennero e di impermeabilizzare i lati dello scavo limitando l'accesso dell'acqua di falda solo dal fondo. Per l'abbattimento della falda si è ricorso ad un sistema di dewatering garantito da sei pozzi profondi 15 m e attivati nell'arco di circa 6 mesi con portate intorno ai 10-12 l/s su ogni pompa installata.

Il collegamento Bressanone Nord, già aperto al traffico, si stacca dalla circonvallazione all'altezza della centrale di teleriscaldamen-



11. Le pareti chiodate tirantate della galleria Nord

to, con uno svincolo a T, e si sviluppa in direzione Est per circa 600 m, con un tratto centrale in galleria, fino a raccordarsi con la statale S.S. 49 "della Val Pusteria" e con la S.S. 12 proveniente dalla valle Isarco mediante una nuova intersezione a rotatoria (Figura 12).

I LAVORI IN ESECUZIONE

Attualmente è in corso di esecuzione lo svincolo centrale, di lunghezza pari a 510 m, che collega la circonvallazione già in esercizio al centro abitato di Bressanone. Lo svincolo ha inizio con una piccola rotatoria e, dopo un tratto all'aperto, il tracciato si porta in galleria, sottopassa la linea ferroviaria del Brennero con un sottopasso spinto, sottopassa la circonvallazione stessa e con una curva a 180° esce all'aperto innestandosi con uno svincolo a raso all'asse principale.

La galleria ha una lunghezza complessiva di 362 m, dei quali 256 m di galleria naturale. In un lotto precedente dei lavori la galleria è stata già parzialmente scavata e priverestita per un tratto di 155 m a partire dall'imbocco verso la circonvallazione. È in corso il completamento dello scavo e il priverestimento, per 101 m, fino all'imbocco a monte della linea ferroviaria del Brennero e l'esecuzione del rivestimento definitivo di tutta la galleria naturale. Il tracciato prosegue con una galleria artificiale a sezione rettangolare di 106 m, che sottopassa la linea ferroviaria e si conclude con un tratto all'aperto fino all'innesto con una rotatoria alla viabilità urbana. Al di sotto della rotatoria è prevista l'esecuzione di un sottopasso pedonale per il collegamento di una struttura pubblica del Comune di Bressanone con l'autosilo esistente.

Lo scavo della galleria (Figure 13A e 13B) verrà eseguito mediante l'applicazione di sezioni tipo dimensionate in funzione delle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche, delle coperture e del comportamento tenso-deformativo dei terreni interessati dallo scavo. L'adozione dell'attrezzatura Simmetrix dipende dalla presenza o meno di trovanti significativi all'interno del terreno da attraversare costituito da alluvioni recenti.

Le fasi di esecuzione consistono in:

- esecuzione degli interventi di consolidamento (infilaggi e colonne jet-grouting);
- scavo per campi successivi di avanzamento delle porzioni in galleria naturale;
- esecuzione per fasi delle strutture di rivestimento e stabilizzazione di prima fase (betoncino proiettato fibrorinforzato e centine metalliche);
- getto dell'arco rovescio e regolarizzazione del betoncino proiettato.

Le sezioni di avanzamento (Figura 14) applicate in materiale sciolto e fronte instabile sono costituite da:

- scavo a piena sezione con mezzi meccanici con campi di 9 o 12 m;
- betoncino proiettato fibrorinforzato R_{ck} 35 MPa, $sp = 25$ cm;
- centine 2IPE220/1,00 m;
- betoncino proiettato di regolarizzazione R_{ck} 35 MPa, $sp = 5$ cm;



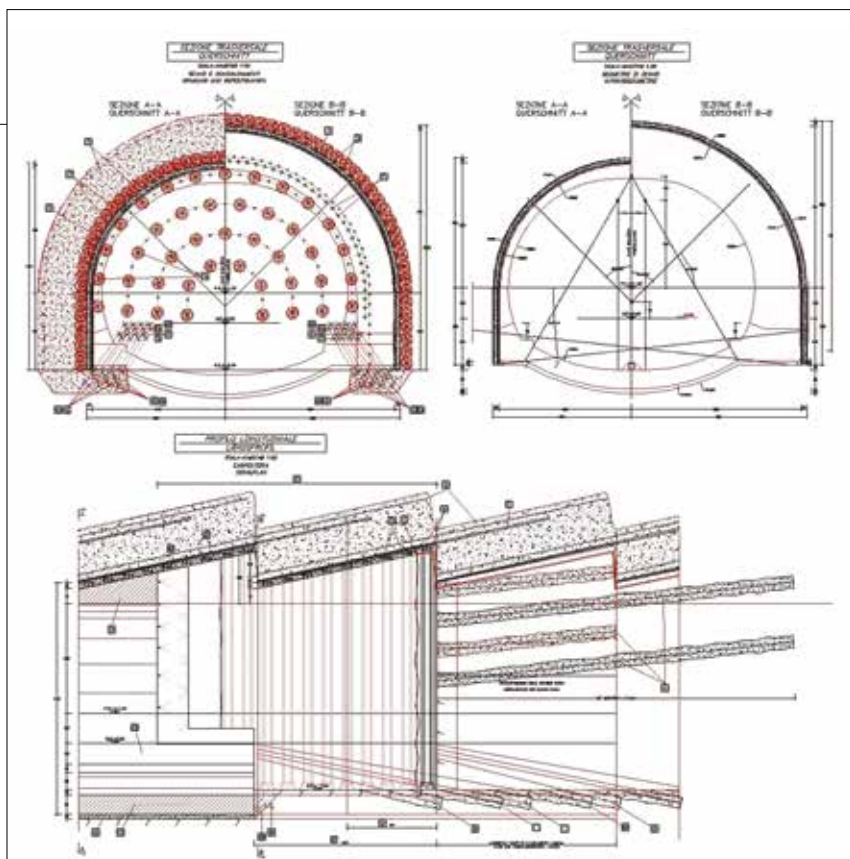
12. Vista aerea della rotatoria di collegamento tra la S.S. 12 e la S.S. 49

- 61-57 colonne di jet-grouting monofluido a consolidamento del contorno dello scavo del diametro di 600 mm, con preperforazione con martello a fondo foro, lunghezza perforazione e iniezione $L = 18$ m, armate con 32 tubi in acciaio Fe510 con diametro = 88,9 mm, $sp = 10$ mm, lunghezza $L = 15$ m, eseguiti con attrezzatura Simmetrix;
- consolidamento del fronte mediante 31/34 colonne di jet-grouting monofluido con diametro = 600 mm, lunghezza perforazione $L = 18$ m e iniezione $L = 12$ m;
- consolidamento del piede delle centine mediante (4+4+4+4) x2 colonne di jet-grouting monofluido con diametro = 600 mm, lunghezza perforazione $L = 9,50-17,00$ m e iniezione $L = 6,00-8,00$ m;
- rivestimento definitivo interno costituito da un getto in calcestruzzo, armato in funzione delle esigenze statiche, di spessore in chiave variabile longitudinalmente a partire da un valore minimo di 74 cm a un valore massimo di 259 cm, dotato di arco rovescio dello spessore di 100 cm.

Visto il ridotto raggio di sviluppo planimetrico della galleria per l'esecuzione del rivestimento definitivo in calcestruzzo, occorrerà predisporre un cassero non più lungo di 6 m. La sezione del cassero dovrà tener conto dell'allargamento della carreggiata in curva e si devono quindi prevedere tre sezioni tipo. La prima valida con una distanza di 1,40 m tra i centri delle circonferenze della volta, la seconda valida tra la metà del raccordo clotoidale e il rettilineo con una distanza di 0,70 e la terza valida per il rettilineo con un unico centro della circonferenza della volta.



13A e 13B. (13A) Fronte di scavo galleria svincolo centrale e (13B) Realizzazione arco rovescio



14. La sezione tipo dei campi di 9 m

Per evitare interferenze con la circonvallazione esistente nella zona di sottopassaggio della galleria naturale e limitare al massimo le subsidenze del terreno, che potrebbero interessare le strutture della galleria esistente, sono state previste iniezioni di consolidamento mediante miscele cementizie e eseguite da tubi valvolati in PVC. I trattamenti del terreno sono stati previsti in accostamento alle paratie che chiudono a Est e a Ovest il tratto di galleria di svincolo già scavato in artificiale nel lotto precedente. La galleria artificiale è composta da due tratti: un primo tratto costituito da un monolite spinto sotto la linea ferroviaria del Brennero e un secondo tratto realizzato a cielo aperto comprendente anche il portale sul lato del centro abitato. Il monolite, lungo 25,00 m e con sezione interna di 11,40 m di larghezza e 10,00 m di altezza, viene costruito a Est dei binari sopra una platea di varo e successivamente spinto nella sua posizione definitiva da martinetti oleodinamici, che trovano contrasto contro il blocco di spinta realizzato a tergo del monolite stesso. Durante la spinta i binari vengono sostenuti da una struttura provvisoria realizzata con il sistema "Verona", che consente una velocità di transito dei treni fino a 80 km/ora. La scarpata della ferrovia verso il monolite ha una pendenza di 45° sostenuta da una paratia in betoncino proiettato e chiodi autoperforanti. Le pareti laterali dello scavo in cui viene realizzato il monolite, adiacenti a edifici di abitazione, sono sostenute da berlinesi in micropali tirantate. Nell'ultimo tratto, all'uscita dal sottopasso ferroviario e all'attacco della galleria naturale, la sezione della galleria artificiale passa dalla forma rettangolare alla forma circolare con un raccordo paraboloidale tra le due figure geometriche.

La galleria artificiale a valle della linea ferroviaria è costituita da una struttura a portale rettangolare con soletta superiore collegata ai piedritti con due mensole inclinate, gli scavi necessari per l'esecuzione della struttura, vista la presenza di edifici adiacenti all'area dei lavori, devono essere sostenuti da paratie berlinesi tirantate.

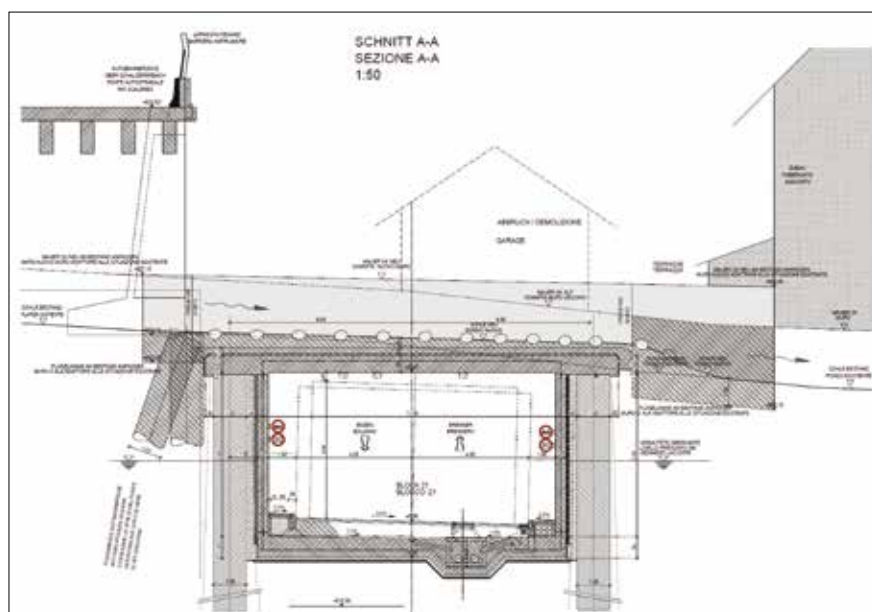
I LAVORI IN PROGETTAZIONE

Il tracciato della nuova circonvallazione di Varna ha origine in corrispondenza dello svincolo Bressanone Nord e, sviluppandosi sempre in parallelismo all'Autostrada del Brennero, termina a Nord per raccordarsi all'esistente tracciato della S.S. 12 "del Brennero". Il tracciato passa in galleria sotto l'area di servizio autostradale e, dopo un tratto all'aperto di 280 m, rientra in sotterraneo per passare sotto la strada di accesso al paese di Varna e sotto il rio Scaleres. Questo sarà uno dei tratti più critici dell'intera circonvallazione, con la galleria che, nel punto più stretto, si avvicina fino a 1,0 m di distanza dalla spalla del ponte autostradale. Dopo l'attraversamento del rio, il tracciato si

allontana quindi dall'autostrada e, all'uscita dalla galleria, e prosegue poi in rettilineo fino a innestarsi sulla S.S. 12.

Nello sviluppo dell'intero tracciato le principali opere d'arte sono la galleria artificiale uscita Bressanone Nord, di 288 m, lungo la nuova strada di collegamento Bressanone Nord, già realizzata e aperta al traffico nel 2011, le gallerie artificiali Autogrill e Varna, rispettivamente di 255 m e di 590 m e gli svincoli di collegamento con la S.S. 12 "del Brennero".

La sezione delle gallerie risulta di altezza interna di 5,50 m e larghezza netta di 10,50 m con carreggiata di 8,50 m e due marciapiedi laterali di larghezza 1,00 m. Mentre la galleria artificiale del collegamento Bressanone Nord non ha presentato particolari



15. La sezione tipo con metodo "top-down"

difficoltà realizzative, la costruzione invece delle gallerie Autogrill e Varna risulta più complessa e prevede due diverse metodologie di realizzazione. Essendo le gallerie particolarmente vicine all'autostrada e, poiché a fine lavori la scarpata del rilevato autostradale verrà a trovarsi, per ampi tratti, sopra le gallerie stesse, si prevedono diverse tipologie strutturali, in base all'effettiva distanza dall'autostrada e dai suoi manufatti. In particolare, si prevede una sezione scatolare nei tratti dove le condizioni di spazio consentono la costruzione di un sistema separato di consolidamento delle pareti di scavo; quando invece ciò non è possibile, viene adottato il "metodo top-down" con paratia di pali e solettone di copertura (Figura 14).

La struttura nei tratti con sezione scatolare sarà realizzata all'interno di uno scavo a cielo aperto. Mentre sul lato Est, è sufficiente in genere uno scavo a scarpa, con soli interventi di consolidamento con spritz beton e chiodature, sul lato Ovest è necessario, per lunghi tratti, realizzare una paratia tirantata con micropali e con pali trivellati del diametro di 900 mm, onde garantire la stabilità del rilevato autostradale e evitare cedimenti.

Per quanto riguarda la tipologia di galleria con diaframmi e solettone di copertura, la realizzazione della galleria prevede come prima fase l'esecuzione di pali a grande diametro di 1.200 mm. Dopo l'esecuzione dei pali sarà eseguito un prescavo fino alla quota di intradosso della soletta di copertura, e quindi verrà realizzata la soletta stessa in calcestruzzo armato di spessore 1,20 m, collegata in testa ai pali. Raggiunta la resistenza necessaria si procede con la posa della guaina di impermeabilizzazione, del massetto di protezione per concludere con il rinterro finale dell'opera, in modo da consentire il ripristino e l'eventuale riutilizzo della soprastante area. Contemporaneamente potrà essere eseguito lo scavo a foro cieco sotto la soletta, al termine del quale sarà gettata la platea di base e le pareti di rivestimento delle paratie.

IL MONITORAGGIO

In corrispondenza dei sottopassi ferroviari è stato installato un sistema di controllo degli spostamenti di tipo automatico, continuo, wireless, con gestione remota dei dati, consistente in elettrolivelle automatiche longitudinali e trasversali per la misura di entrambe le componenti di spostamento della rotaia: trasversale (da cui la determinazione puntuale dello sghembo), e longitudinale. Per ciascuna coppia di binari e con passo ogni 4 m, è stata installata una elettrolivella, valutandone lo sghembo su una base di 8 m. Su ciascuno dei due attraversamenti sono state installate 18 elettrolivelle (nove trasversali e nove longitudinali), collegate via radio a una unità automatica di acquisizione in cantiere dotata di modem GSM.

L'acquisizione delle misure è stata effettuata con cadenza di 15 minuti con restituzione dei dati che già teneva conto della compensazione termica.

I dati georeferenziati acquisiti localmente dall'unità automatica sono stati trasmessi con cadenza oraria al server del WEB-GIS del responsabile del monitoraggio che ha provveduto alla pubblicazione in tempo reale sul sito internet dedicato al progetto. Il sistema ha permesso di visualizzare direttamente sui diagrammi i livelli di attenzione e allarme prefissati e, in caso di superamento delle soglie da parte di uno o più sensori, di inviare messaggi GSM ed e-mail di avviso. Su indicazione dei responsabili RFI è

stata posta, per lo sghembo su base 8 m, una soglia di allarme del 3,5%. Lo sghembo massimo è sempre stato inferiore all'1,0%. Il controllo tensio-deformativo della paratia di imbocco e della struttura di attraversamento ferroviario è stato integrato con tubi inclinometrici e celle di carico toroidali. Inoltre, per la gestione delle subsidenze, alle elettrolivelle è stata affiancata una misura livellazione topografica di precisione: il cedimento massimo di circa 45 mm distribuito su una distanza di oltre 150 m, pari a un gradiente longitudinale di circa 0,3 mm/m, non ha arrecato disturbo alla linea, i cui binari sono stati ricalzati a scavo eseguito. All'estrema criticità rappresentata dal sottopasso della ferrovia del Brennero e dell'A22 sono seguite numerose altre situazioni forse meno eclatanti ma tecnicamente non meno impegnative (Figura 16).

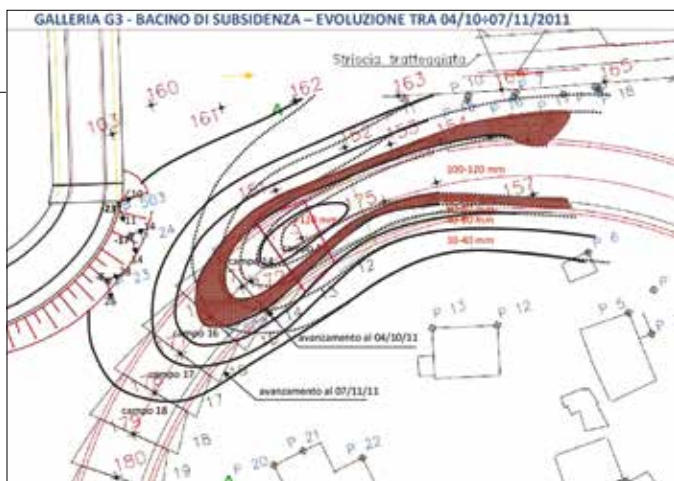
Con riferimento all'avanzamento dalla galleria dello svincolo centrale, caratterizzato da materiali sciolti ghiaioso-sabbiosi di conoide, reso difficile dalla presenza di trovanti plurimetrici, gli interventi di consolidamento mediante arco consolidato con jet-grouting armati (colonne 18 m con campi di lunghezza utile 9 m, 100% sovrapposizione) hanno permesso di contenere la subsidenza di superficie senza indurre disturbi sulle costruzioni circostanti: sono stati rilevati cedimenti superficiali dell'ordine di 10-15 cm in asse galleria e volumi perduti dell'ordine massimo dell'1% (Figure 17A e 17B).

Parallelamente al controllo dei cedimenti di superficie, in tutta la galleria sono state sistematicamente installate stazioni di monitoraggio dell'evoluzione deformativa all'interno del cavo. La convergenza misurata nelle tratte in detrito con scavo a piena sezione si è mediamente attestata intorno a 4-6 mm anche nelle condizioni di massima copertura. Tenuto conto della distanza dal fronte della prima misura e del tasso di deconfinamento già scontato al momento di apertura del cavo, sono risultate deformazioni complessivamente inferiori alle previsioni di progetto.

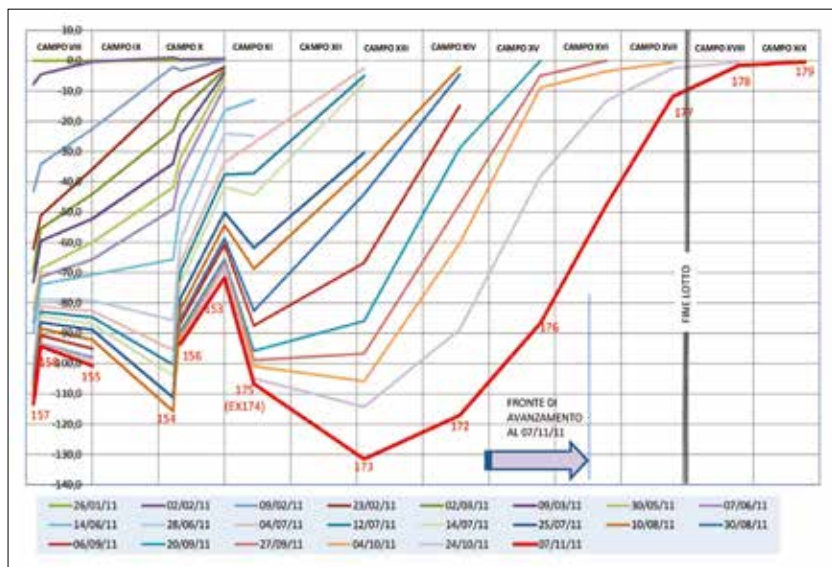
Merita infine un cenno anche il monitoraggio effettuato per il controllo delle vibrazioni indotte dalle volate effettuate nei primi 300 m circa dall'imbocco Sud, scavati in roccia mediante esplosivo (dioriti e filladi). Grazie all'affinamento della tecnica dello smooth-blasting e all'ottimizzazione dello schema di volata (sfondi



16. Gli scavi ravvicinati ai fabbricati di edilizia civile eseguiti in terreni alluvionali che hanno richiesto continua verifica del progetto



18. La piazzola di sosta con la camera di ventilazione e i due ventilatori della galleria Sud



17A e 17B. Il bacino di subsidenza in avanzamento (isoipse cedimenti - 17A) e il profilo di subsidenza (17B) presso la galleria svincolo centrale

ridotti e impiego di microcariche multiritardate) i valori registrati in prossimità degli edifici sono sempre stati inferiori ai limiti raccomandati dalla DIN 4150 per "monumenti e costruzioni delicate", seppur nell'area limitrofa si trovassero solo abitazioni in c.a. ed edifici ad uso industriale.

LA VENTILAZIONE

Accanto alla classica tipologia longitudinale con coppie di acceleratori, la ventilazione sanitaria è garantita anche da un sistema centrale, non di tipo semi trasversale, costituito di una coppia di ventilatori centrifughi muniti di inverter a frequenza variabile. La coppia di ventilatori è posta in camera di ventilazione (Figura 18) ed è munita di camino d'espulsione fumi.

Dalla prova effettuata "a caldo", simulando un incendio tipologico di potenza 20 MW si è potuto verificare che, con l'aspirazione centralizzata e senza l'utilizzo degli acceleratori è possibile attirare i fumi dalla camera di ventilazione senza che questi destratificano e coinvolgano le persone eventualmente presenti nella sede stradale. I due sistemi di ventilazione possono funzionare sia in parallelo, sia in singolo a seconda delle necessità impiantistiche, sono completamente automatici e comandabili dalla centrale gallerie della Provincia Autonoma di Bolzano. In particolare il funzionamento in parallelo avviene quando le condizioni di traffico diventano intense, negli altri casi sia il sistema longitudinale, sia il sistema centralizzato sono autonomamente in grado di funzionare e autoadattarsi sia alle condizioni del traffico, sia alle condizioni

meteo, intese come velocità e direzione dell'aria all'interno delle gallerie.

Nella galleria dello svincolo centrale è previsto, al portale lato circonvallazione, un impianto di ventilazione longitudinale per evitare l'eventuale ingresso di fumi in caso di incendio sviluppato nelle due gallerie adiacenti.

L'ILLUMINAZIONE

L'illuminazione permanente e di emergenza all'interno delle gallerie è effettuata per mezzo di apparecchi illuminanti a LED, con tempo di vita atteso di oltre 50.000 ore (ben oltre sei anni); questo, se da un lato ha comportato una maggiore incidenza in termini di impegno finanziario, dall'altro ha permesso e permetterà un incisivo risparmio energetico e un ancor più incisivo risparmio nei costi di manutenzione sia in termini di ore uomo, sia in termini di costi dei pezzi di ricambio, sia in termini di fruibilità dell'infrastruttura. La regolazione luminosa degli apparecchi a LED è ottenuta non tramite un classico regolatore, ma tramite collegamento seriale tra gli apparecchi illuminanti e il sistema centrale di controllo in modo tale che durante le ore notturne sia possibile mantenere accesi anche tutti gli apparecchi, ma con una generale riduzione dell'intensità luminosa.

LA SICUREZZA

Pur essendo un progetto stilato qualche anno prima dell'emissione delle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la Normativa vigente" emessa da ANAS in versione Ottobre 2009, esso ne anticipa i contenuti, infatti:

- le vie di fuga sono munite di locale filtro mantenuto in pressione da apposito ventilatore;
- l'impianto di ventilazione, in analogia alle linee guida ANAS, garantisce a porte chiuse una sovrappressione non inferiore a 30 Pa e non superiore a 80 Pa, la forza applicata per l'apertura della porta non supera 220 N. Durante la fase d'esercizio il ventilatore è fermo;
- l'unica cabina elettrica si trova al di fuori della sede stradale e non può essere coinvolta in un eventuale incidente/incendio o altro problema;
- la cabina elettrica è munita di trasformatore di funzionamento, trasformatore di scorta e gruppo elettrogeno di emergenza in grado di sostituire in tutto e per tutto la rete d'alimentazione;



20. I pannelli in porebeton presso il portale Nord della galleria Nord



21. Un rendering del portale Est della galleria svincolo centrale

- i due ventilatori di ciascuna camera di ventilazione sono singolarmente alimentati dalla cabina elettrica con linea in M.T., proprio trasformatore, quadro e inverter a frequenza variabile; il fuori servizio di un ventilatore/trasformatore/inverter non coinvolge le altre apparecchiature;
- tutti i cavi elettrici utilizzati sono a bassa emissione di fumi opachi e gas;
- il sistema di controllo degli impianti è garantito da una rete in F/O ad anello con morsettiere intelligenti distribuite nei vari impianti, luoghi e sistemi; il tutto fa capo a due PLC centrali in configurazione "hot stand-by": in caso di perdita di un tratto di fibra e/o una morsettiere intelligente, il sistema continua a funzionare adattandosi alla nuova situazione.



22. L'imbocco della galleria al collegamento Nord



19. Le barriere acustiche presso il portale Nord della galleria Sud

LE SOLUZIONI ARCHITETTONICHE

Nell'affrontare tutti i punti emergenti - quali portali delle gallerie, i sottopassi, muri di contenimento, barriere antirumore, edifici di servizio, camini di ventilazione, ecc. - si è considerata la condizione orografica della conca di Bressanone, che determina uno stato di ristrettezza degli spazi, di prossimità/densità edilizia e di stratificazione di diversi niveaux abitativi alle diverse quote delle pendici laterali.

Si è cercato quindi di fare in modo che la nuova circonvallazione entrasse in sintonia con tali ristrettezze e riuscisse ad attenuare il suo impatto visivo e ad abbassare il livello di emissione acustica. Particolare attenzione è stata posta su quest'ultimo punto, attraverso la predisposizione di barriere antirumore e soluzioni di attenuazione della riflessione delle onde sonore.

Le barriere acustiche, essendo comunque una presenza determinante nel paesaggio, sono state studiate oltre che per la loro funzione anche per armonizzarsi al contesto con l'utilizzo di materiali idonei e al contempo qualitativamente elevati, al fine di evitare strutture troppo impattanti (Figura 19).

Anche i muri di contenimento sono stati rivestiti superficialmente con pannelli in porebeton con un buon grado di assorbimento (circa 6-6,8 dB(A)) e con la possibilità di un trattamento differenziato per colori e texture, così da aggraziare le lunghe superfici di tali elementi (Figura 20). I portali delle gallerie si adeguano alla morfologia del terreno esistente ed al tracciato stradale, disegnando superfici spaziali curve, che nascono dalla forte obliquità con la quale l'asse stradale interseca il piano inclinato delle scarpate, veri e propri nastri che si muovono nello spazio e diventano rivestimento di galleria, muri di sostegno e parapetti del sottopasso sottostante.



23. Il sottopasso con pannelli in porebeton presso il portale Sud della galleria Sud

Il portale Est dello svincolo centrale, come rappresentazione di accesso/uscita alla/dalla città, ripropone il logo della città di Bressanone (Figura 21). Per la conformazione dei portali delle gallerie artificiali della circonvallazione di Varna è stato elaborato uno studio architettonico, al fine di garantire un corretto inserimento nel territorio circostante delle zone di ingresso (Figura 22).

Tutte le superfici del calcestruzzo sono "a faccia vista" con tavole parallele all'asse stradale e smussi a tavole ortogonali (Figura 23). Edifici di servizio ed elementi di segnaletica sono stati accomunati da un unico concetto sia nel disegno che del tipo di materiali, così da uniformare la loro presenza. I camini di aerazione essendo collocati in contesti completamente naturali sono stati trasformati in elementi scultorei, quasi degli alberi pietrificati. ■

(1) *Ingegnere, Progettista e Direttore Lavori della circonvallazione di Bressanone*

(2) *Ingegnere, Consulente Geotecnico in fase di progettazione e di direzione lavori per le opere in sotterraneo della circonvallazione di Bressanone*

(3) *Ingegnere, Progettista della circonvallazione di Varna, Progettista e Direttore Lavori dello svincolo Bressanone Nord*

Bibliografia

- [1]. M. Valdemarin, E.M. Pizzarotti - "La circonvallazione di Bressanone", "Quarry & Construction", Ottobre 2008.
- [2]. G. Mischi, M. Valdemarin, E.M. Pizzarotti, E. Bianchi, G. Barovero - "Tecnologie e metodi adottati nella costruzione della circonvallazione di Bressanone", Brenner Congress, Marzo 2011.
- [3]. M. Valdemarin, E.M. Pizzarotti - "La nuova circonvallazione di Bressanone", "Quarry & Construction", Giugno 2011.

DATI TECNICI

Per la realizzazione della circonvallazione di Bressanone - 1° Lotto - galleria Sud e galleria Nord - opere civili e impianti

Stazione Appaltante: Provincia Autonoma di Bolzano (Direttore di Ripartizione: Ing. Valentino Pagani, Direttore d'Ufficio reggente: Ing. Umberto Simone)

Contraente Generale: PAC SpA, Edilpassiria Srl e Beton Eisack Srl (Elpo Srl e Obrist Srl impianti)

Progetto preliminare, definitivo ed esecutivo: Ing. Mario Valdemarin

Collaudo: Ing. Luigi Rausa e Ing. Roland Griessmair (impianti)

RUP: Ing. Johann Röck

Direzione dei Lavori e Responsabile per la Sicurezza: Ing. Mario Valdemarin

Importo dei lavori: 65.454.282,45 Euro

Durata: 1.697 giorni

Inizio lavori: 22 Agosto 2006

Fine lavori: 15 Aprile 2011

Per la realizzazione della circonvallazione di Bressanone - 3° Lotto svincolo centrale + impianti

Stazione Appaltante: Provincia Autonoma di Bolzano (Direttore di Ripartizione: Ing. Valentino Pagani, Direttore d'Ufficio reggente: Ing. Umberto Simone)

Contraente Generale: PAC SpA, Wipptaler Bau SpA e Beton Eisack Srl

Progetto preliminare, definitivo ed esecutivo: Ing. Mario Valdemarin

Collaudo: Ing. Michael Mischi

RUP: Ing. Umberto Simone e Ing. Johann Röck

Direzione dei Lavori e Responsabile per la Sicurezza: Ing. Mario Valdemarin

Importo dei lavori: 9.760.796,83 Euro

Inizio lavori: 21 Settembre 2017

Per la realizzazione della circonvallazione di Varna sulla S.S. 12 "del Brennero": opere civili senza svincolo Nord

Stazione Appaltante: Provincia Autonoma di Bolzano (Direttore di Ripartizione: Ing. Valentino Pagani, Direttore d'Ufficio reggente: Ing. Umberto Simone)

Progetto preliminare, definitivo ed esecutivo: ILF/EUT

RUP: Ing. Götz Florian Rufinatscha e Ing. Johann Röck

Importo dei lavori: 23.324.499,55 Euro

Per la realizzazione della circonvallazione di Varna sulla S.S. 12 "del Brennero": opere civili e svincolo Bressanone Nord

Stazione Appaltante: Provincia Autonoma di Bolzano (Direttore di Ripartizione: Ing. Valentino Pagani, Direttore d'Ufficio reggente: Ing. Umberto Simone)

Contraente Generale: PAC SpA, Edilpassiria Srl e Beton Eisack Srl

Progetto preliminare, definitivo ed esecutivo: ILF/EUT

Collaudo: Ing. Primo Debiassi

RUP: Ing. Gustavo Mischi e Ing. Johann Röck

Direzione dei Lavori e Responsabile per la Sicurezza: ILF/EUT

Importo dei lavori: 6.539.015,31 Euro

Durata: 886 giorni

Inizio lavori: 10 Novembre 2008

Fine lavori: 15 Aprile 2011