

Il progetto di ammodernamento e di potenziamento della S.S. 106 "Jonica" abbraccia Calabria, Basilicata e Puglia: su di essa importanti opere per velocizzare i flussi di traffico

LE GALLERIE SELLARA E GIRELLA SULLA S.S. N° 106 "JONICA"

Francesco Bellone*
Ferdinando De Angelis**

Il progetto di ammodernamento e di potenziamento della S.S. 106 "Jonica" nasce dalla necessità di rispondere alla esigenza di velocizzazione dei flussi di traffico su tale arteria, in conseguenza della maggiore richiesta di mobilità rilevata sull'intero bacino di utenza da essa servito che abbraccia tre regioni. Attualmente, infatti, la S.S. 106 "Jonica" ha origine a Reggio Calabria, alla fine dell'Autostrada A3 SA-RC, si sviluppa lungo la fascia litorale jonica e termina a Taranto, dopo un percorso di circa 490 km: tale arteria collega, dunque, la Calabria, la Basilicata e la Puglia attraversando prevalentemente i loro territori costieri.

La piattaforma stradale attuale si compone di un'unica carreggiata con due corsie, una per senso di marcia, con una sezione trasversale non sempre costante lungo il suo sviluppo. I collegamenti con la viabilità secondaria locale sono ancora costituiti, in prevalenza, da svincoli a raso e spesso sono presenti anche accessi diretti ad abitazioni e fondi agricoli.

Le conseguenti penalizzazioni reciproche del traffico a lunga percorrenza e dei molteplici insediamenti abitativi interessati hanno fatto emergere da tempo, e con tutta evidenza, l'esigenza di procedere all'ammodernamento di questa infrastruttura essenziale: l'itinerario della S.S. 106 rappresenta, infatti, non soltanto il collegamento diretto tra Reggio Calabria e Taranto, ma anche una dorsale strategica della viabilità dell'Italia Meridionale.

In ragione di quanto sopra, gli interventi infrastrutturali sulla S.S. 106 sono stati individuati tra quelli prioritari a livello nazionale e inseriti tra quelli tutelati dalla Legge n° 442 del 21 Dicembre 2001 (la cosiddetta Legge Obiettivo).^{1,2}

Figura 1 - Gli imbocchi Nord della galleria Sellara

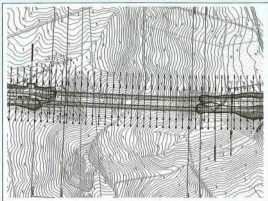
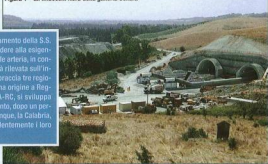


Figura 2 - La planimetria della galleria Girella

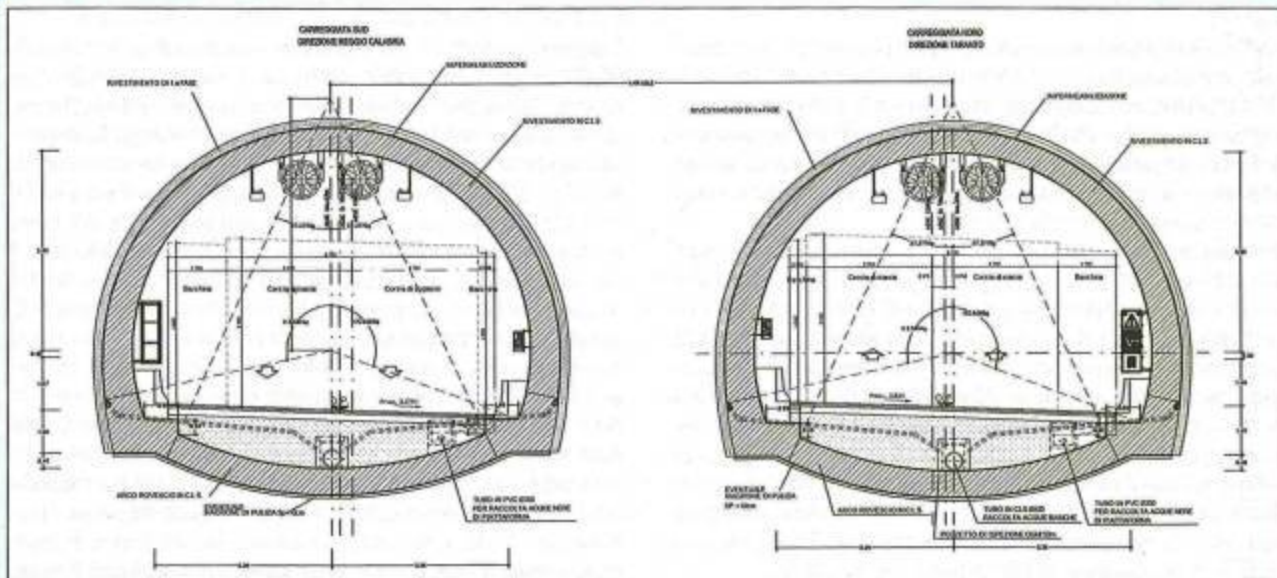


Figura 4 - La sezione tipo della galleria Sellara: le carreggiate Nord e Sud

desima progressiva della prima sia sempre presente e collaborante il rivestimento definitivo. Lo scavo a foro cieco è previsto a intera sezione e l'abbattimento del fronte sarà eseguito con escavazione meccanica; l'area della sezione di scavo è pari, mediamente, a 130 m² e ciò ha richiesto una particolare attenzione sia nel dimensionamento dei rivestimenti di prima e seconda fase, sia nella scelta delle modalità esecutive, soprattutto per quanto attiene le distanze minime del rivestimento definitivo nei suoi vari componenti (murette, arco rovescio, calotta e piedritti), dal fronte. La sezione trasversale tipo delle gallerie naturali è riportata in Figura 4.

La tipologia e l'intensità dei trattamenti da porre in opera al fronte di scavo sono stati calibrati sulla base dell'analisi tensio-deformativa del fronte stesso, in dipendenza della relativa classe di comportamento attesa. Sulla base di tale analisi sono state progettate tre sezioni tipo: B0, B2 e B2V.

La prima (B0) è caratterizzata dall'assenza di qualunque tipologia di preconsolidamento, sia al fronte che in calotta, e dall'assenza di armature nel rivestimento definitivo: per tale motivo l'area della sua sezione di scavo è costante. La sua adozione è prevista in corrispondenza delle massime coperture ed in presenza di caratteristiche geomeccaniche del litotipo superiori alla media (gruppo geomeccanico 1).

La sezione tipo B2 si contraddistingue per l'adozione di un preconsolidamento del fronte da eseguirsi con tubi in VTR della lunghezza di 24 m ciascuno, cementati in foro; anche in questo caso, come nel precedente, non si prevede armatura nel rivestimento definitivo e la sezione di scavo è costante. La sua adozione è prevista in corrispondenza di coperture sino a 100 m e in presenza di caratteristiche geomeccaniche medie del litotipo (gruppo geomeccanico 2).

La sezione tipo B2V, infine, è caratterizzata dall'adozione di preconsolidamenti sia al fronte, da eseguirsi con tubi in VTR, sia in calotta, da realizzarsi invece con tubi metallici valvolati, cementati in foro, dai quali si eseguiranno iniezioni di seconda fase dalle valvole, al fine di realizzare una coronella di terreno consolidato in calotta: a causa della presenza di questa di tipologia di consolidamento in calotta, la sezione di scavo è variabile e questo avverrà per campi di 12 m con sfondi da 1,20 m ciascuno. Per ciascuna sezione tipo si prevede la messa in opera eventuale di dreni in tubi microfessurati in PVC da 37,50 m: la loro adozione dovrà es-

sere stabilita di volta in volta secondo la presenza e la portata di eventuali venute di acqua.

Nelle due Tabelle sono indicate le caratteristiche dei preconsolidamenti e del prerinestimento per ogni tipo di sezione e per ciascuna galleria; i dati sono stati desunti dal progetto esecutivo approvato e saranno ottimizzati in corso d'opera con la metodologia accennata in precedenza:

Sezione tipo	Consolidamenti al fronte	Consolidamenti al contorno	Centine	Spessore spritz beton
B0	—	—	2 IPN 160 i = 1,40 m	20 cm armato con rete elettrosaldata
B2	30 VTR cementati in foro L = 24,00 m	—	2 IPN 160 i = 1,40 m	25 cm armato con rete elettrosaldata
B2V	26 VTR cementati in foro L = 18,00 m	36 tubi metallici valvolati L = 16,00 m	2 IPN 160 i = 1,20 m	20 cm armato con rete elettrosaldata

Tabella 1 - La galleria Sellara

Sezione tipo	Consolidamenti al fronte	Consolidamenti al contorno	Centine	Spessore spritz beton
B0	—	—	2 IPN 160 i = 1,20 m	20 cm armato con rete elettrosaldata
B2	36 VTR cementati in foro L = 24,00 m	—	2 IPN 160 i = 1,20 m	25 cm armato con rete elettrosaldata
B2V	36 VTR cementati in foro L = 24,00 m	36 tubi metallici valvolati L = 16,00 m	2 IPN 160 i = 1,00 m	20 cm armato con rete elettrosaldata

Tabella 2 - La galleria Girella

L'impermeabilizzazione delle due gallerie, per tutte le sezioni tipo, è del tipo a giunto aperto, da porre sul prerinestimento, e sarà eseguita con una guaina in PVC da 2 mm di spessore sulla quale sarà posto un telo di compensazione e protezione in geotessile non tessuto da 500 g/m²; tale guaina, che sarà applicata solo in calotta e su parte dei piedritti, sarà dotata sui due bordi terminali longitudinali di apposite canalette microfessurate in PVC che saranno allacciate trasversalmente, a intervalli regolari di 50 m, al sistema principale di raccolta delle acque, costituito da una condotta del diametro di 500 in cls posta sull'arco rovescio in posizione centrale, con pozzetti di ispezione, an-



L'opera

Nell'ambito del suddetto progetto di ammodernamento è stato concepito un tratto, da Squillace a Simeri Crici e denominato "MegaLotto 2" o DG21/04, che si distingue dagli altri per la realizzazione in una nuova sede stradale che si sviluppa in un territorio morfologicamente irregolare dal punto di vista altimetrico, caratterizzato pertanto da gruppi collinari/montuosi alternati da fondi vallivi, con conseguente ricorso a un susseguirsi di viadotti e gallerie.

Nel contesto normativo di cui in precedenza, dopo l'apposita gara espletata nell'Aprile del 2004, per la realizzazione delle opere infrastrutturali comprese nel suddetto megalotto 2 è stata prescelta da ANAS, come Contraente Generale, l'Associazione Temporanea di Imprese (A.T.I.) appositamente costituita tra Astaldi SpA e Ing. Nino Ferrari Srl. In seguito, quest'ultimo soggetto ha affidato all'A.T.I. Cipa SpA - Olidrag Srl la realizzazione delle opere infrastrutturali comprese nel cantiere operativo 4, individuato nell'ambito del lotto B del megalotto 2 in argomento: tali opere comprendono, essenzialmente, le due gallerie Sellara e Girella e il viadotto Varrea, da realizzarsi su opere d'arte separate (una per ogni senso di marcia) e i corpi stradali (in scavo e/o in riporto) di collegamento tra tutte le opere d'arte suddette.



Figura 3 - Il viadotto Varrea e l'imbocco Nord della galleria Girella

L'inquadramento geologico-geotecnico delle gallerie

Dal punto di vista geologico e idrogeologico, entrambe le gallerie sono caratterizzate dalla loro giacenza all'interno di formazioni di argille grigie azurre plioceniche (argille calabrianne), con brevi intercalazioni di sabbie e silts, a basso grado di permeabilità (C6) e dell'assenza di falda, fatta salva una rara umidità latente.

Ulteriori indagini geotecniche, effettuate nel corso della fase di progettazione esecutiva, hanno consentito di approfondire le conoscenze sulla resistenza e deformabilità dei terreni da scavare, conferendo maggiore attendibilità alla fase di previsione del possibile comportamento e della risposta "in grande" dell'ammasso al contorno dello scavo delle due canne di galleria affiancate, anche nel caso in cui; come nel presente, tali scavi avvengono con interessi dell'ordine di due diametri di canna circa. L'insieme dei dati raccolti da tutte le indagini condotte e le considerazioni che da essi ne sono derivate hanno fatto ritenere che il comportamento meccanico di "ammasso" del litotipo interessato dallo scavo delle due gallerie in questione, commisurato alla scala dei tempi e delle dimensioni degli scavi in progetto, sia da considerarsi essenzialmente di tipo "drenato", ossia vada simulato con analisi condotte in termini di "pressioni efficaci", anche nel caso di scavi condotti completamente all'interno di formazioni in prevalenza limo-argillose quali le Ags.

L'approccio progettuale: il metodo ADECO-RS

L'approccio progettuale delle gallerie si è basato sul metodo ADECO-RS (P. Lunardi, 1994 - 1996), che ha come obiettivo il controllo della risposta deformativa dell'ammasso allo scavo della galleria. Per una sua descrizione dettagliata si rimanda alla vasta bibliografia disponibile. In questa sede si vuole sottolineare una delle peculiarità di tale metodo, che fornisce supporto non solo durante le fasi di progettazione vera e propria (fase conoscitiva, fase di diagnosi, fase di terapia) ma anche durante la realizzazione dei lavori: nel corso della fase di controllo, infatti, viene eseguita un'accurata interpretazione dei dati registrati dal sistema di monitoraggio e controllo che viene progressivamente installato lungo lo scavo della galleria in corrispondenza di apposite sezioni che vengono individuate in fase di progetto; a seguito di tale analisi si può operare un adeguamento e un bilanciamento dei sistemi di stabilizzazione e di avanzamento previsti, pur nel rispetto delle previsioni di progetto. In tal senso è quindi possibile interpretare al meglio le indicazioni contenute nelle "Linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo in galleria naturale" a corredo del progetto esecutivo: in tale elaborato, infatti, sono fornite le metodologie di applicazione delle sezioni tipo e le loro relative variabilità lungo il profilo longitudinale delle gallerie ma, grazie alle valenze del metodo progettuale adottato con la sua fase di controllo, è possibile fornire, in corso d'opera, dei criteri di scelta ed applicazione delle sezioni tipo per ottimizzare la loro distribuzione in funzione del comportamento del contesto geologico, cioè della risposta deformativa, a tutto vantaggio della regolarità dell'avanzamento.

La progettazione costruttiva di dettaglio, coordinata dall'Ing. Francesca Rossano, è realizzata dall'Ufficio Tecnico interno della Cipa SpA.

Le gallerie Sellara e Girella

Nell'ambito del cantiere C4, le opere più importanti dell'appalto sono le due gallerie, denominate Sellara e Girella. Entrambe le gallerie sono state previste a doppio fornice, con banchine e carreggiate di dimensioni pari a quelle della sede viaria corrente sul corpo stradale.

Le loro lunghezze, al netto delle gallerie artificiali, sono le seguenti:

Sellara: canna Sud 712,664 m; canna Nord 704,887 m;

Girella: canna Sud 393,43 m; canna Nord 386,80 m.

Ciascuna di esse è dotata di by-pass pedonali: in particolare, se ne prevedono due nella Sellara e uno nella Girella; tutti i by-pass hanno sezione identica, con area della sezione di scavo di 18,61 m² e la loro lunghezza, al netto dei prerivestimenti dei due forni varia da 16 a 17 m circa.

L'interasse tra le due canne, in entrambi i casi, è di circa 30 m: tale aspetto del progetto è stato motivato dalla esigenza di contenere, per quanto possibile, il corridoio dell'infrastruttura a causa delle ripercussioni che l'ingombro di tale tipologia di opere impone al contesto circostante, innescando problemi connessi all'impatto ambientale, agli aspetti espropriativi, ecc.. Esso condiziona indubbiamente sia la progettazione, in termini di previsione del comportamento dei terreni durante lo scavo, soprattutto della seconda canna di ogni galleria, sia l'esecuzione dei lavori per le probabili esigenze che possono innescarsi in ordine alla messa in opera di consolidamenti a breve e a lungo termine e alla realizzazione del prerivestimento e del rivestimento definitivo. A tale scopo, il Progettista ha imposto precise condizioni sia in ordine alla posizione reciproca dei fronti di avanzamento nei due forni sia riguardo alla posizione del fronte di avanzamento nella seconda canna rispetto al rivestimento della prima: in particolare, è stata prescritta una distanza minima tra i due fronti di avanzamento pari a un diametro di 8, con la possibilità di modulare tale valore in funzione della risposta deformativa dell'ammasso; inoltre, è stato disposto che, all'atto dello scavo nella seconda canna, alla me-

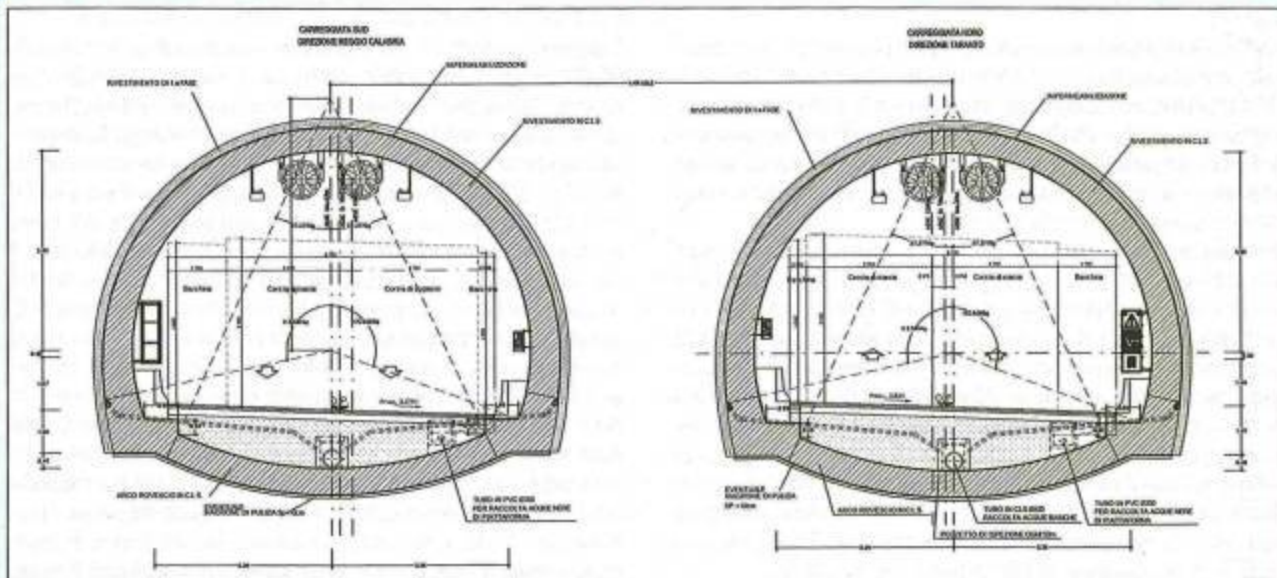


Figura 4 - La sezione tipo della galleria Sellara: le carreggiate Nord e Sud

desima progressiva della prima sia sempre presente e collaborante il rivestimento definitivo. Lo scavo a foro cieco è previsto a intera sezione e l'abbattimento del fronte sarà eseguito con escavazione meccanica; l'area della sezione di scavo è pari, mediamente, a 130 m² e ciò ha richiesto una particolare attenzione sia nel dimensionamento dei rivestimenti di prima e seconda fase, sia nella scelta delle modalità esecutive, soprattutto per quanto attiene le distanze minime del rivestimento definitivo nei suoi vari componenti (murette, arco rovescio, calotta e piedritti), dal fronte. La sezione trasversale tipo delle gallerie naturali è riportata in Figura 4.

La tipologia e l'intensità dei trattamenti da porre in opera al fronte di scavo sono stati calibrati sulla base dell'analisi tensio-deformativa del fronte stesso, in dipendenza della relativa classe di comportamento attesa. Sulla base di tale analisi sono state progettate tre sezioni tipo: B0, B2 e B2V.

La prima (B0) è caratterizzata dall'assenza di qualunque tipologia di preconsolidamento, sia al fronte che in calotta, e dall'assenza di armature nel rivestimento definitivo: per tale motivo l'area della sua sezione di scavo è costante. La sua adozione è prevista in corrispondenza delle massime coperture ed in presenza di caratteristiche geomeccaniche del litotipo superiori alla media (gruppo geomeccanico 1).

La sezione tipo B2 si contraddistingue per l'adozione di un preconsolidamento del fronte da eseguirsi con tubi in VTR della lunghezza di 24 m ciascuno, cementati in foro; anche in questo caso, come nel precedente, non si prevede armatura nel rivestimento definitivo e la sezione di scavo è costante. La sua adozione è prevista in corrispondenza di coperture sino a 100 m e in presenza di caratteristiche geomeccaniche medie del litotipo (gruppo geomeccanico 2).

La sezione tipo B2V, infine, è caratterizzata dall'adozione di preconsolidamenti sia al fronte, da eseguirsi con tubi in VTR, sia in calotta, da realizzarsi invece con tubi metallici valvolati, cementati in foro, dai quali si eseguiranno iniezioni di seconda fase dalle valvole, al fine di realizzare una coronella di terreno consolidato in calotta: a causa della presenza di questa di tipologia di consolidamento in calotta, la sezione di scavo è variabile e questo avverrà per campi di 12 m con sfondi da 1,20 m ciascuno. Per ciascuna sezione tipo si prevede la messa in opera eventuale di dreni in tubi microfessurati in PVC da 37,50 m: la loro adozione dovrà es-

sere stabilita di volta in volta secondo la presenza e la portata di eventuali venute di acqua.

Nelle due Tabelle sono indicate le caratteristiche dei preconsolidamenti e del prerinestimento per ogni tipo di sezione e per ciascuna galleria; i dati sono stati desunti dal progetto esecutivo approvato e saranno ottimizzati in corso d'opera con la metodologia accennata in precedenza:

Sezione tipo	Consolidamenti al fronte	Consolidamenti al contorno	Centine	Spessore spritz beton
B0	—	—	2 IPN 160 I = 1,40 m	20 cm armato con rete elettrosaldata
B2	30 VTR cementati in foro L = 24,00 m	—	2 IPN 160 I = 1,40 m	25 cm armato con rete elettrosaldata
B2V	26 VTR cementati in foro L = 18,00 m	36 tubi metallici valvolati L = 16,00 m	2 IPN 160 I = 1,20 m	20 cm armato con rete elettrosaldata

Tabella 1 - La galleria Sellara

Sezione tipo	Consolidamenti al fronte	Consolidamenti al contorno	Centine	Spessore spritz beton
B0	—	—	2 IPN 160 I = 1,20 m	20 cm armato con rete elettrosaldata
B2	36 VTR cementati in foro L = 24,00 m	—	2 IPN 160 I = 1,20 m	25 cm armato con rete elettrosaldata
B2V	36 VTR cementati in foro L = 24,00 m	36 tubi metallici valvolati L = 16,00 m	2 IPN 160 I = 1,00 m	20 cm armato con rete elettrosaldata

Tabella 2 - La galleria Girella

L'impermeabilizzazione delle due gallerie, per tutte le sezioni tipo, è del tipo a giunto aperto, da porre sul prerinestimento, e sarà eseguita con una guaina in PVC da 2 mm di spessore sulla quale sarà posto un telo di compensazione e protezione in geotessile non tessuto da 500 g/m²; tale guaina, che sarà applicata solo in calotta e su parte dei piedritti, sarà dotata sui due bordi terminali longitudinali di apposite canalette microfessurate in PVC che saranno allacciate trasversalmente, a intervalli regolari di 50 m, al sistema principale di raccolta delle acque, costituito da una condotta del diametro di 500 in cls posta sull'arco rovescio in posizione centrale, con pozzetti di ispezione, an-



ch'essi in cls, posti a un interasse di 50 m: tale condotta troverà poi esito nella rete generale di drenaggio, posta all'esterno delle gallerie. Il rivestimento definitivo è eseguito con calcestruzzo di resistenza caratteristica $R_{ck} > 35$ MPa; per la casseratura si utilizzano due casseri semoventi autoreggenti, di produzione Cifa ed Euroform mentre il pompaggio del calcestruzzo avviene con pompe da galleria Cifa.



Figura 5 - Lo scavo di avanzamento al fronte



Figura 6 - Il cassero all'imbocco della galleria Girella

Le modalità esecutive e l'organizzazione del cantiere

Lo scavo a foro cieco sta avvenendo ad intera sezione e l'abbattimento del fronte è eseguito con escavazione meccanica: a tale scopo, l'impresa appaltatrice sta utilizzando tre escavatori cingolati Fiat Hitachi tipo da 450/500 q, dotati di appositi attacchi che consentono l'equipaggiamento alternativo di accessori quali il ripper a tre denti, in fase di scavo, o la pinza idraulica quando il mezzo è utilizzato come posa centine. Per il carico dello smarino si utilizzano una pala gommata CAT 966, una pala cingolata CAT 963 e una pala gommata Fiat Hitachi tipo ZW310, mentre il trasporto dello stesso avviene con un dumper Volvo insieme a sette motrici a quattro assi Volvo e Astra.

Le perforazioni per la esecuzione dei preconsolidamenti al fronte ed in calotta sono eseguite con un posizionatore PUNTEL monobraccio equipaggiato con un'asta ad azionamento idraulico.

Le attività di scavo sono iniziate a partire dalla galleria Sellara: l'inizio è avvenuto dall'imbocco Nord della canna Sud il 1° Ottobre 2007 e al 28 Luglio 2008 l'avanzamento in scavo è stato di 509 m con 390 m di rivestimento: su tale fornace sono presenti attualmente due fronti di scavo, poiché è stato dato l'avvio anche alle attività dall'imbocco Sud della stessa canna; lo scavo della canna Nord è iniziato, invece, su un solo fronte a partire dal 13 Marzo 2008 e al 28 Luglio 2008 l'avanzamento in scavo è stato di 216 m con 100 m di rivestimento.

Sono iniziate le attività di scavo anche nella galleria Girella, dalla canna Sud, a partire dal 29 Aprile 2008: l'avanzamento in scavo sino al 28 Luglio 2008 è di 112 m.

Per quanto attiene la produzione, questa ad oggi è entrata ormai a regime, soprattutto nella galleria Sellara; sul complesso delle gallerie attualmente in esecuzione sono stati registrati valori di produttività decisamente elevati, e comunque superiori a quelli programmati, grazie ad una razionale organizzazione del lavoro da parte dell'impresa appaltatrice: nel mese di Luglio 2008, infatti, in un periodo di 20 giorni solari consecutivi, corrispondenti a circa 15 giorni lavorativi, sono stati scavati complessivamente circa 160 m. Tale risultato, come già detto, è frutto innanzitutto della razionalizzazione del lavoro: l'impresa appaltatrice ha infatti analizzato i processi produttivi di ogni fase lavorativa al fine di

individuare eventuali aree di miglioramento e riducendo, con ciò, i tempi morti, ove presenti. Inoltre, essa ha cercato di cadenzare opportunamente le attività tra fornici adiacenti in modo da ottenere un'alternanza ottimale tra le attività di scavo in un fornice e quelle di rivestimento (murette e arco rovescio) nel fornice adiacente, dando luogo al cosiddetto "pendolo": in questo modo le due canne risultano essere sempre in attività di scavo o di rivestimento e ciò ha consentito la riduzione sia del numero di squadre sia delle attrezzature da utilizzare; i vantaggi di questo processo sono di tutta evidenza e si sono tradotti in un risparmio di tempo ed in un significativo contenimento dei costi generali. La validità delle scelte operate è confermata dalla possibilità di apertura di un secondo fronte di scavo sull'imbocco Sud della carreggiata Sud della galleria Sellara, opposto a quello principale dello stesso fornice e questo nonostante le già citate limitazioni che sono state introdotte dai progettisti in ordine alle distanze massime dei fronti dai rivestimenti definitivi. L'apertura di questo quinto fronte di scavo, necessario alla realizzazione dell'imbocco Sud che deve essere completato prima dell'arrivo dello scavo dal lato opposto, è pertanto finalizzato all'ottimizzazione generale nell'utilizzo delle risorse ed alla conse-

guente riduzione dei tempi complessivi: si è potuto infatti ottenere che le squadre vi operino in sinergia a quelle impegnate nelle attività di scavo e rivestimento che in contemporanea si svolgono sui due fornici della galleria Girella a partire dagli imbocchi Nord.



Figura 7 - Il getto del rivestimento definitivo

guente riduzione dei tempi complessivi: si è potuto infatti ottenere che le squadre vi operino in sinergia a quelle impegnate nelle attività di scavo e rivestimento che in contemporanea si svolgono sui due fornici della galleria Girella a partire dagli imbocchi Nord.

Il programma dei lavori

Attualmente le attività si stanno svolgendo secondo le previsioni indicate nel cronoprogramma redatto dall'Impresa e si prevede la ultimazione degli scavi entro il primo bimestre del 2009.

* *Ingegnere e Amministratore di Cipa*

** *Geometra e Direttore Tecnico di Cipa*

Dati tecnici

Impresa esecutrice: Sellara S.c.a.r.l. (A.T.I. Cipa SpA Mandataria - Oldrag Srl)
 Direttore Tecnico Cipa: Geom. Ferdinando De Angelis
 Direttore di Cantiere: Geom. Antonio Di Pietro
 Capocantiere: Geom. Giuseppe Gencarelli
 Vice Capocantiere: Pl. Angelo Tulumello
 Struttura tecnica: Tre Capi Imbocco
 Manodopera: 20 unità circa