





VISITA TECNICA

LA GALLERIA "LIVIO COSENZA" NEI CAMPI FLEGREI

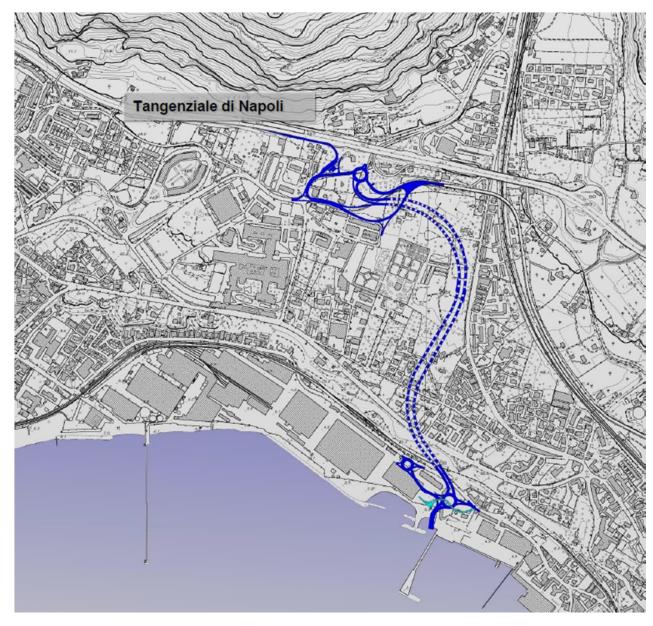
PIANO INTERMODALE DELL'AREA FLEGREA

OPERE DI COMPLETAMENTO PIANO VIARIO - PARCO ARCHEOLOGICO

INTERVENTO C11 - 2° LOTTO: COLLEGAMENTO TRA TANGENZIALE DI NAPOLI (VIA CAMPANA), RETE VIARIA COSTIERA E PORTO DI POZZUOLI

Pozzuoli, 2 Dicembre 2015

L'OPERA



La Galleria "Livio Cosenza" fa parte delle nuove connessioni stradali tra la Tangenziale di Napoli e il Porto di Pozzuoli. Consente l'accesso diretto al lungomare di Pozzuoli e, di conseguenza, costituisce un tassello fondamentale per la riqualificazione dell'Area Flegrea. L'opera, della lunghezza di 1km circa, a doppio fornice, diviene, inoltre, un elemento strategico per consentire l'esodo dalla città di Pozzuoli nel caso del riacutizzarsi dei fenomeni bradisismici. Questi due aspetti funzionali fanno sì che la galleria sia considerata un progetto infrastrutturale prioritario.

Peter Eisenman's waterfront project

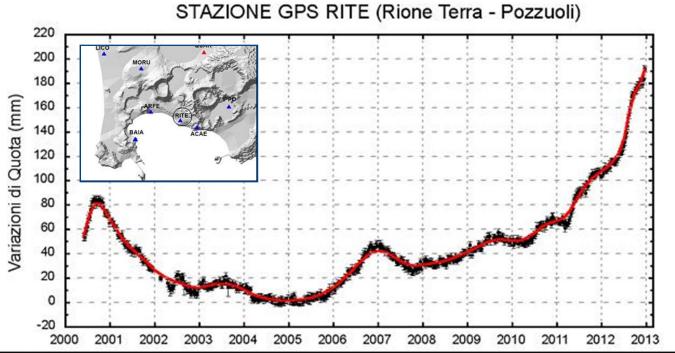


Il progetto di Peter Eisenman per la promozione dell'Area Flegrea comprende l'attuazione del Piano Intermodale, la riqualificazione del Rione Terra, l'implementazione della rete ferroviaria locale tramite la connessione con il sistema metropolitano regionale e l'allargamento e la riqualificazione del Porto tramite la bonifica della ex area industriale Sofer-Ansaldo. La nuova galleria costituisce un elemento fondamentale di questo progetto permettendo il superamento trasversale delle barriere infrastrutturali longitudinali presenti nell'area, consentendo quindi la piena accessibilità e fruizione delle vaste risorse archeologiche e storiche di Pozzuoli, allo stato attuale ancora poco conosciute al grande pubblico.

Il contesto singolare:

1. Bradisismo (dal greco βραδύς bradýs, "lento" e σεισμός seismós, "scossa")

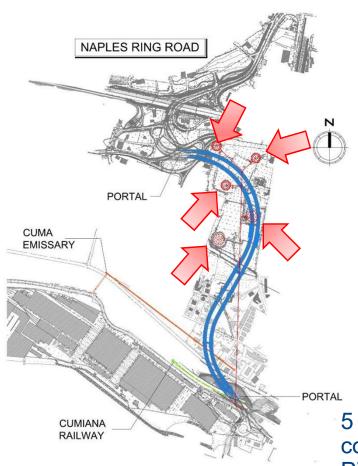




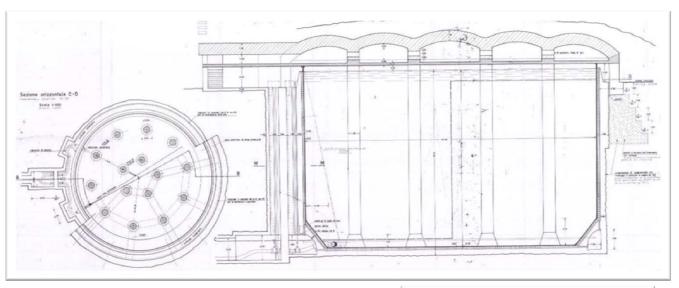
La teoria più recente, attualmente sostenuta, ravvisa nelle variazioni di riscaldamento delle falde freatiche interposte alla crosta superficiale la causa del fenomeno, laddove aumenti o diminuzioni della temperatura causerebbero una maggiore o una minore pressione del vapore acqueo imprigionato nel sottosuolo con conseguenti deformazioni della crosta superficiale.

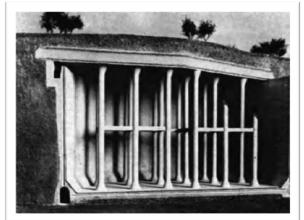
Il contesto singolare:

2. Le cisterne sotterranee di Pierluigi Nervi



PORT



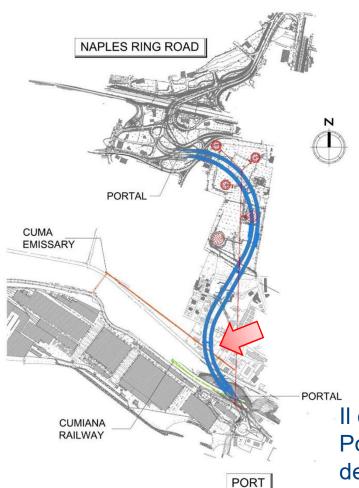


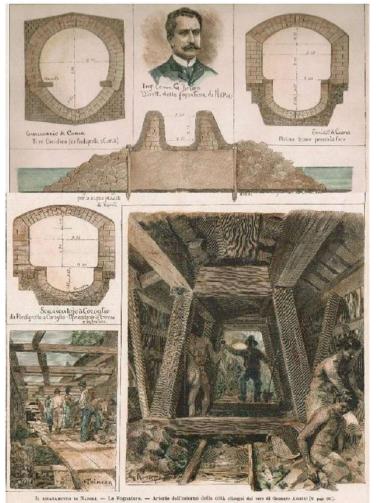


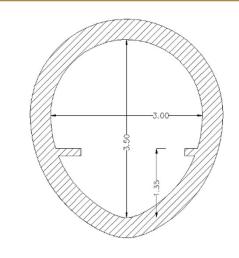
5 cisterne sotterranee ©36m, altezza 15m costruite negli anni '50, connesse tra di loro da un cunicolo adit. Sono state progettate da Pieluigi Nervi per sostenere esplosioni di due bombe di 500kg.

Il contesto singolare:

3. L'emissario Cuma

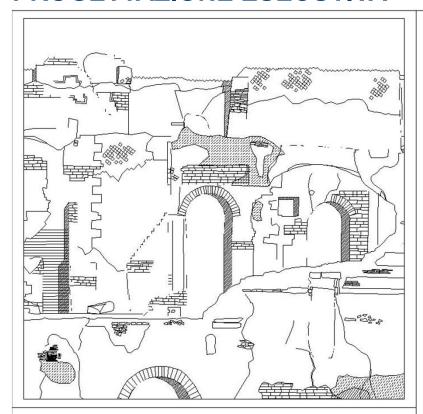








Il collettore fognario di Cuma raccoglie gli scarichi idrici di Napoli e Pozzuoli, ha una lunghezza di circa 13 km ed é stato costruito alla fine del diciannovesimo secolo; é caratterizzato da una sezione ovoidale di 3x3.5m. Si tratta dell'unico emissario dell'Area Flegrea e non può essere messo fuori servizio.





Responsabile Unico del Procedimento dott, ing. Agostino Magliulo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

AK Ingegneria Geotecnica s.r.l.



Prof. Ing. S. Pelizza



I.C. s.r.l.



IMGECO s.r.l.



Coordinamento gruppo di progettazione

Ing. Georgios Kalamaras

Progettazione opere in sotterraneo

Prof. Ing. Sebastiano Pelizza Ing. Georgios Kalamaras

Progettazione infrastrutture stradali Ing. Roberto Boller ed opere strutturali

Progettazione impianti

Ing. Nicolò Faggioni

Progettazione geotecnica

Inq. Georgios Kalamaras

Progettazione sistemazioni idrauliche Ing. Raffaele Ferrari

Geologia

Dott. Geol. Carlo Alessio

Coordinatore alla sicurezza in fase di proqettazione

Ing. Roberto Boller

Importanti differenze rispetto al progetto definitivo

Il <u>Progetto Definitivo prevedeva</u> di sottopassare l'emissario di Cuma, operazione piuttosto problematica a causa di:

- cedimenti del collettore;
- scavo sotto falda;
- impianti di sollevamento acqua per tutta la vita dell'opera (277m di galleria sotto falda)

Il Progetto Esecutivo:

- √ sovrapassa il collettore di Cuma
- ✓ introduce una sezione con *jet-grouting*, eseguito dal piano campagna, per lo scavo di circa la metà della galleria semplificando e accelerando le lavorazioni in sotterraneo
- ✓ eliminazione dei camini di espulsione dei fumi dalle gallerie











Aspetti Stradali

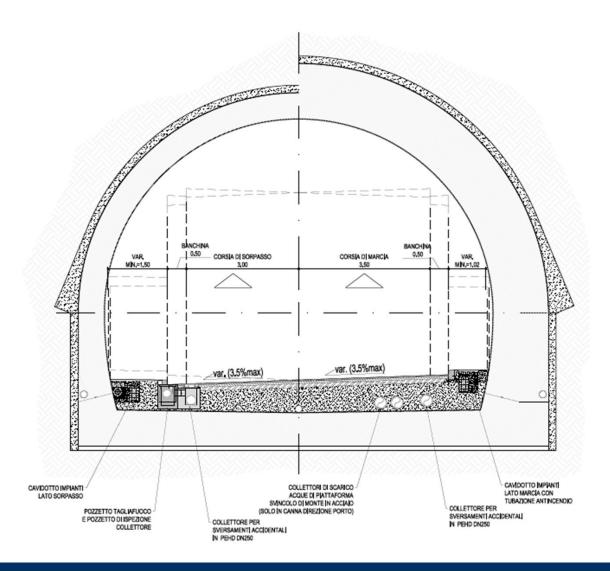
Categoria: E – strada urbana di quartiere a due corsie per senso di marcia e carreggiate separate.

Pendenza massima: 6.60%

Raggio minimo: 200m

Velocità di progetto: 40-60km/h

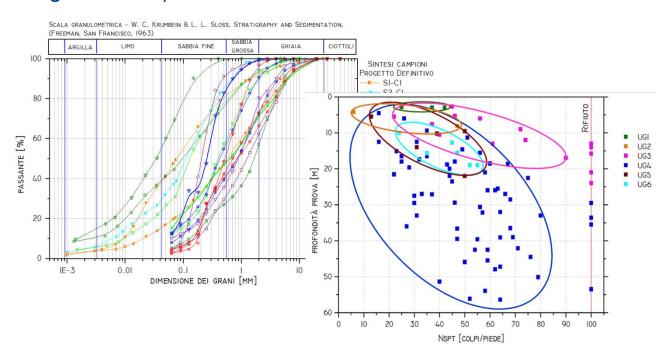


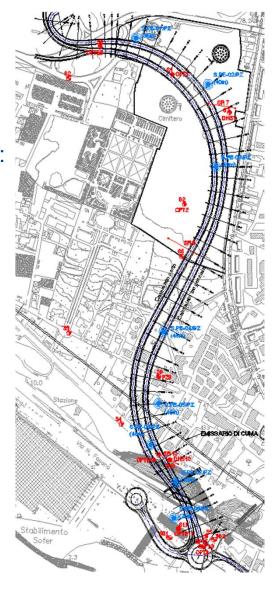


Aspetti Geologici/Geotecnici

- Sondaggi campagne 2008-2009: 390m circa
- Sondaggi campagna 2012: 330m circa

Unità Geotecnica nella quale avviene lo scavo della galleria : UG4 (Prodotti vulcanici e depositi di ambiente marino o di transizione a granulometria prevalentemente sabbiosa grossolana)





INDAGINI GEOGNOSTICHE (CAMPAGNA 2012)

SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO STRUMENTATO CON PIEZOMETRO A TUBO APERTO [per esempio: S.PE-00/PZ (profondità)

INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE



- SEZIONE TRASVERSALE SISMICAA RIFRAZIONE
PZ







- 90NDAGGI INTERVENTO CHI PLOTTO (OTTOBRE 2000

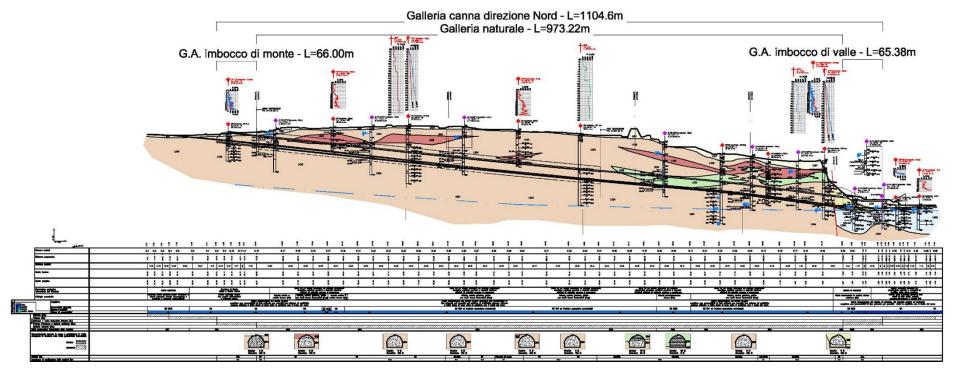
Aspetti Geologici/Geotecnici

Unità	γ	c'	<u>φ</u> '	E	N	K
geotecnica	[kN/m³]	[kPa]	[°]	[MPa]	[-]	[m/s]
UG4	16-20	5-40	33-38	50+5.0·z(*)	0.33	1.9e-5

Indagini sul collettore di Cuma







Sezioni Tipo di Scavo: Requisiti progettuali

R1: garantire la stabilità del fronte e del cavo nei terreni sabbiosi e mitigare rischi legati alla subsidenza in superficie;

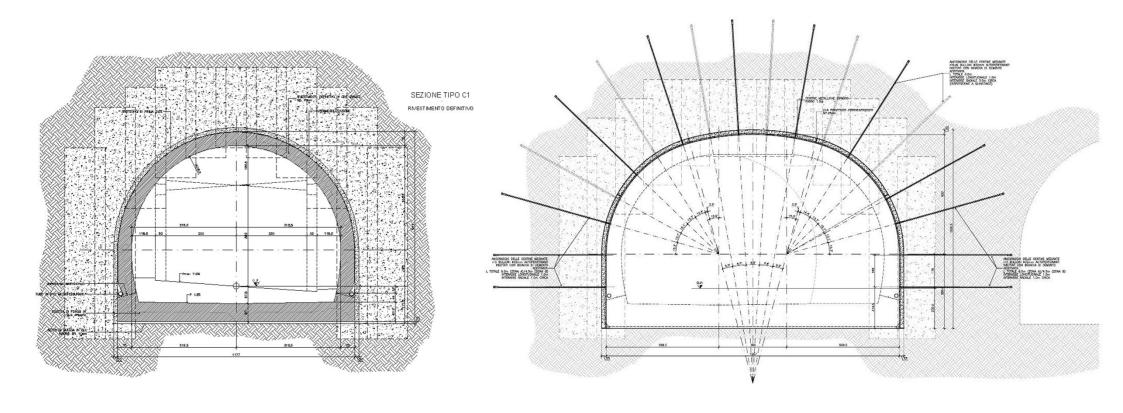
R2: ridurre i volumi di scavo e soprattutto evitare l'uso di materiali per il consolidamento che possono inquinare il marino di galleria e rendere pertanto problematico il suo riutilizzo;

R3: adottare tecnologie di scavo che semplifichino il processo di costruzione della galleria e riducano i rischi di sforamento della durata di costruzione quale prevista in progetto;

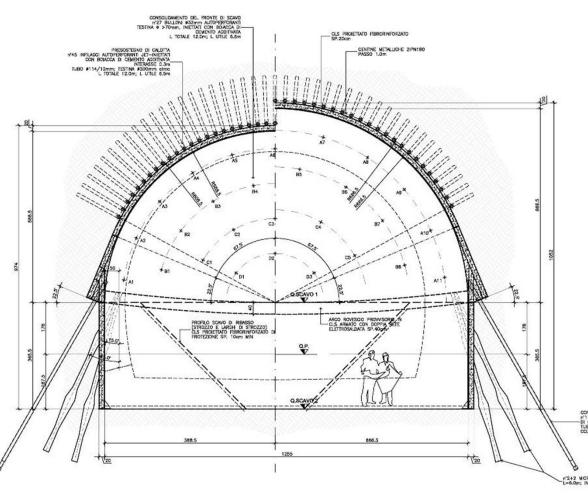
R4: per il sovrappasso del collettore di Cuma i requisiti progettuali sono (i) la riduzione, il più possibile e comunque per quanto necessario, del disturbo ed dei sovraccarichi indotti dallo scavo della galleria sul collettore; (ii) l'eliminazione dei sovraccarichi della galleria sul collettore in fase di esercizio; (iii) progettare una struttura definitiva della galleria in grado di resistere ad eventuali sovrappressioni dal collettore.

Sezioni Tipo di Scavo: Sezione C1 + Piazzola di Sosta + by-pass carrabile e pedonale

Terreno consolidato dall'alto tramite colonne ø2000 (schema a campana + diaframma ogni 12m)



Sezione C2 : Scavo a mezza sezione con presostegno calotta e consolidamenti in avanzamento con "Metodo Pelizza"



✓ consolidamento del fronte di scavo mediante n°27 bulloni Ø32mm iniettati ad alta pressione contemporaneamente alla perforazione con boiacca di cemento additivata, di lunghezza totale 12.0m e lunghezza utile pari a 6.5m e testina Ø >70mm:

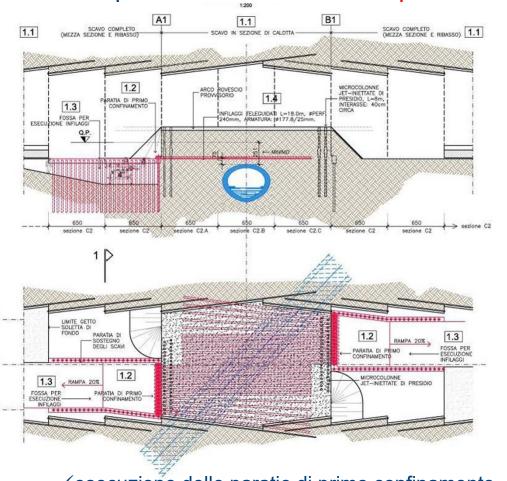
✓ presostegno di calotta mediante n°45 infilaggi autoperforanti jet-iniettati con boiacca di cemento additivata, ad interasse 30cm, realizzato con tubo Ø114/10mm, di lunghezza totale pari a 12m e lunghezza utile 6.5m, testina Ø200mm;

✓ consolidamento del piede della centina con n°1+1 micropali autoperforanti jet-iniettati con boiacca di cemento additivata e tubo metallico Ø114/10mm, di lunghezza totale pari a 7.5m, realizzati con testina Ø200mm e collegati con piastra di acciaio saldata alla centina;

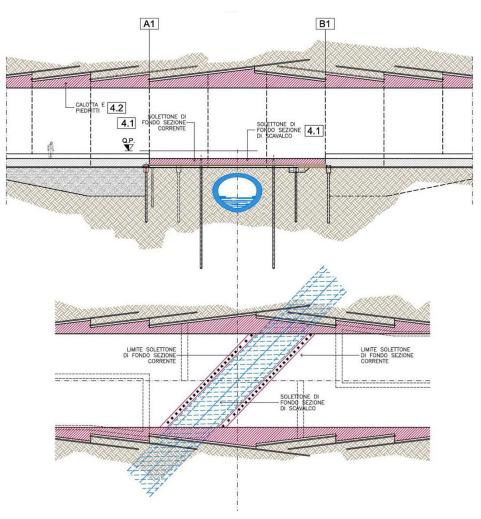
✓ n°2+2 microcolonne jet-iniettate Ø200, di lunghezza totale pari a 6m e interasse 0.5m tra le centine.

CONSCILDAMENTO DEL PEDE DELLA CENTINA
171-1 MEGOPUL AUTOPERFORMTI LET-INETTATI CON BOUCCA
DI COMENIO ADORTATA
TUBO 711-7 (Omr.) ESTINA #200mm circe; L TOTALE 7.5m
COLLEGATO CON PASTINA IN ACCINO SALDATA ALLA CENTINA

Sovrapasso Cuma tramite un "ponte"



- ✓ esecuzione delle paratie di primo confinamento
- ✓ esecuzione dello scavo a fossa propedeutico alla realizzazione degli infilaggi orizzontali
- ✓ esecuzione degli infilaggi teleguidati orizzontali



Configurazione definitiva

CENTINA METALLICA HEA140 + CLS PROIETTATO

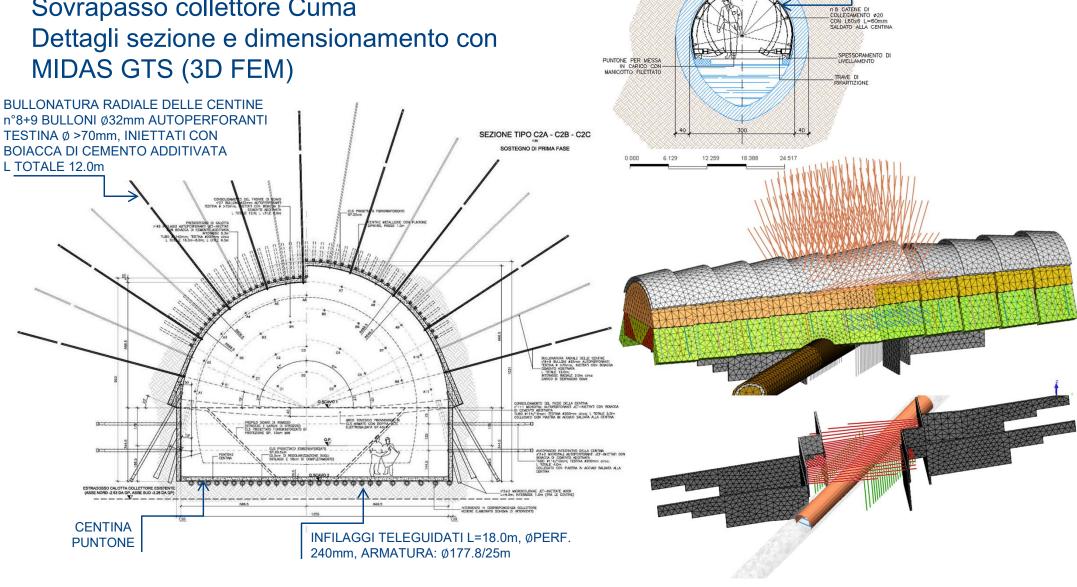
ARMATO CON VTR

CENTINA METALLICA
HEAI 40 — PASSO 1.0m
CLS PROJETTATO ADDITTIVATO
SP, 7 cm
CERNIERA DI
MONTAGGIO

ARMATURA IN TONDI DI VTR (MAGLIA INCROCIATA)

PROGETTAZIONE ESECUTIVA Scavo Galleria

Sovrapasso collettore Cuma



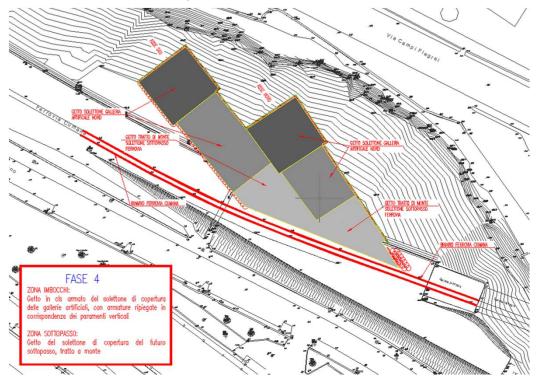
PROGETTAZIONE ESECUTIVA Sottopasso della Cumana

Al fine di garantire duranti le fasi di lavorazione l'esercizio ferroviario il progetto esecutivo prevede la realizzazione di una serie di opere di presidio a difesa del manufatto in costruzione atte a garantire non solo la sicurezza durante le operazioni di scavo all'interno delle aree messe a disposizione per il cantiere ma anche a realizzare un binario provvisorio in adiacenza a quello esistente.

Tale binario nelle fasi di lavorazione permetterà di non interrompere l'esercizio ferroviario.

FASE COSTRUTTIVE 1/2

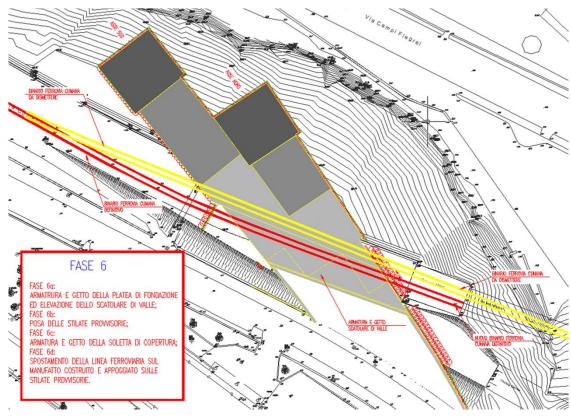
- 1. esecuzione delle paratie provvisionali lato monte e dei consolidamenti a tergo delle paratie stesse;
- 2. sbancamento sino alla quota di imposta del futuro solettone di copertura delle gallerie artificiali e del solettone di copertura del sottopasso;
- esecuzione delle paratie di micropali interne per il sostegno del solettone del sottopasso;
- getto in cls armato del solettone di copertura e posa delle armature in corrispondenza dei paramenti verticali e getto del solettone di copertura del futuro sottopasso ferroviario nel tratto a monte;



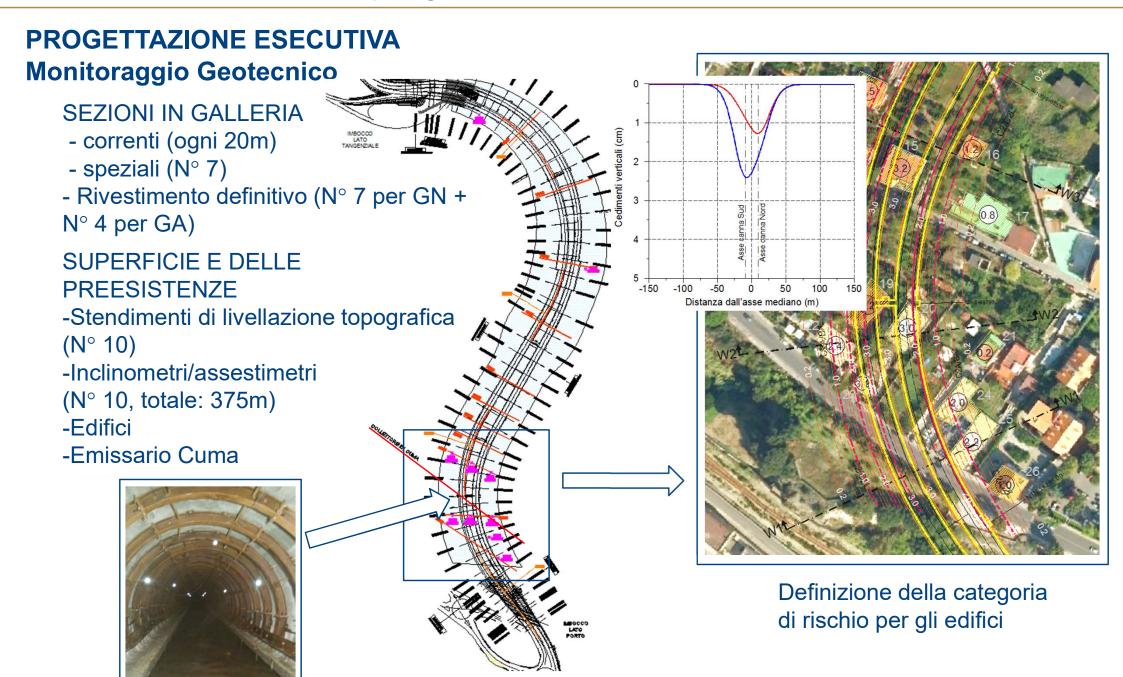
PROGETTAZIONE ESECUTIVA Sottopasso della Cumana

FASI COSTRUTTIVE 2/2

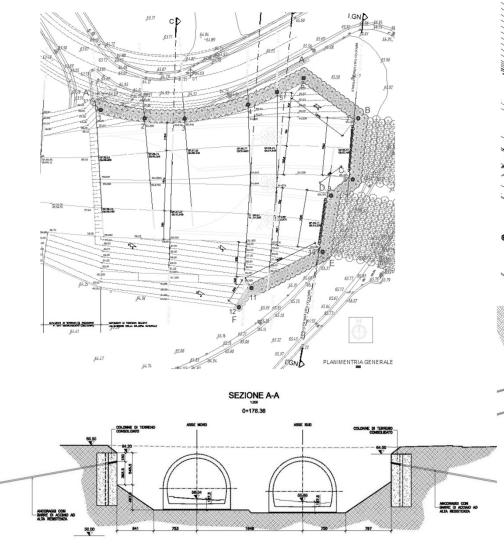
- spostamento della linea ferroviaria verso monte, completamento delle paratie provvisionali ed esecuzione degli scavi. Spostato l'esercizio ferroviario sul binario provvisorio si interviene a valle delle opere già realizzate completando verso valle le opere di presidio e le operazioni di scavo;
- armatura e getto dello scatolare di valle, posa delle stilate provvisorie, armatura e getto della soletta di copertura, ripristino della linea ferroviaria sul manufatto costruito, posto sulle stilate provvisorie;
- una volta ripristinato il binario della linea storica si prevedono le operazioni di scavo al di sotto del solettone lungo l'asse nord dell'asse principale della viabilità di progetto, da estendere sino all'imbocco della galleria naturale;
- 8. esecuzione degli scavi al di sotto del solettone lungo l'asse sud dell'asse principale della viabilità di progetto, da estendere sino all'imbocco della galleria naturale;
- ritombamento sulle gallerie artificiali e opere di mitigazione sul crinale a monte del sottopasso.



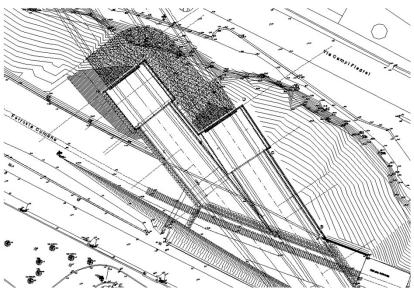


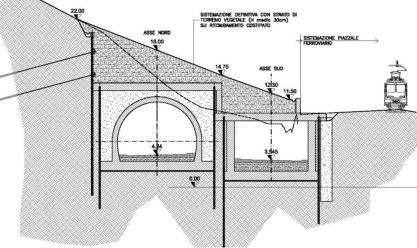


Imbocco lato Tangenziale



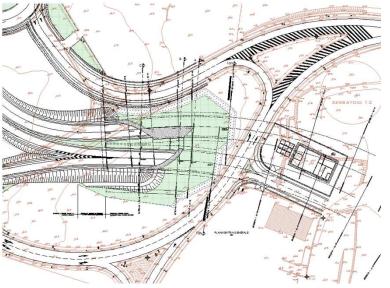
Imbocco lato Porto





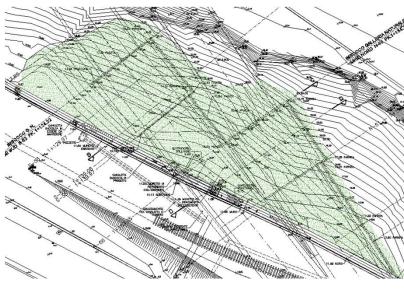
Scavo Galleria – Configurazione definitiva imbocchi

Imbocco lato Tangenziale





Imbocco lato Porto





Impianti

La galleria è servita dagli impianti tecnologici:

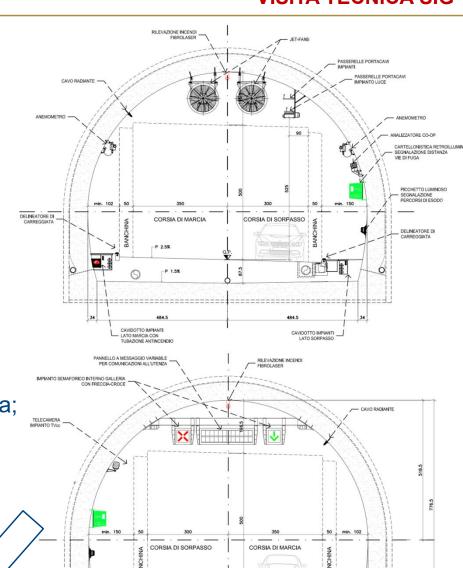
- Illuminazione ordinaria e di emergenza;
- Illuminazione di sicurezza per le vie d'esodo;
- Impianto di ventilazione;
- Impianto acqua antincendio (rete idranti);
- Sistema di rilevazione incendi;

E dagli impianti di sicurezza e di comunicazione da e per l'utenza:

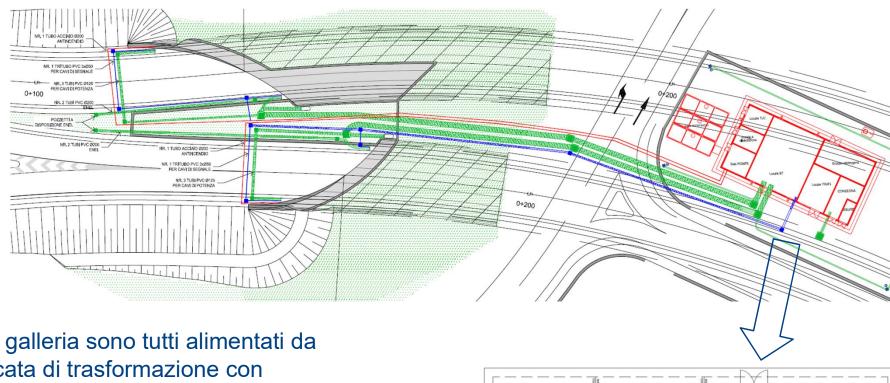
- Impianto di comunicazione S.O.S.;
- Impianto di messaggistica luminosa (PMV) e segnaletica;
- Impianto di videosorveglianza;
- Impianto di copertura radio.

Il tutto supervisionato da un sistema di telecontrollo locale (postazione in cabina) remotizzabile.

Standard di Progettazione: 2004/54CE – D.Lg.264/06 Linee Guida ANAS Progettazione 2009



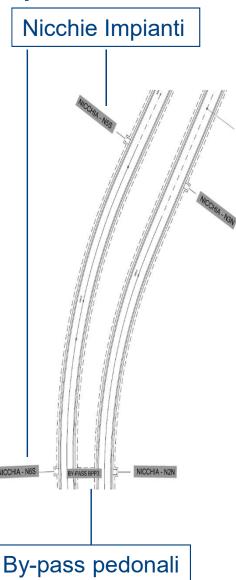
Impianti



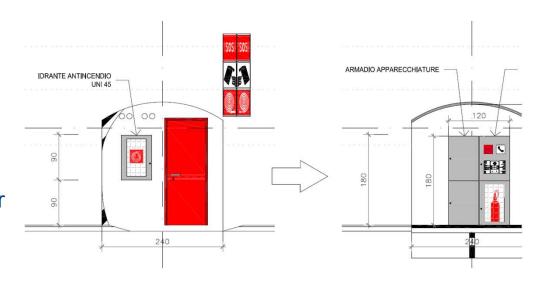
Gli impianti della galleria sono tutti alimentati da una cabina dedicata di trasformazione con annessi i locali tecnici per la distribuzione delle alimentazioni alle rispettive utenze. In cabina è installato anche un gruppo elettrogeno per la continuità dei servizi di emergenza in caso di assenza rete. Annessi alla cabina sono installati il locale di supervisione e il locale gruppo antincendio con la propria riserva idrica dedicata.



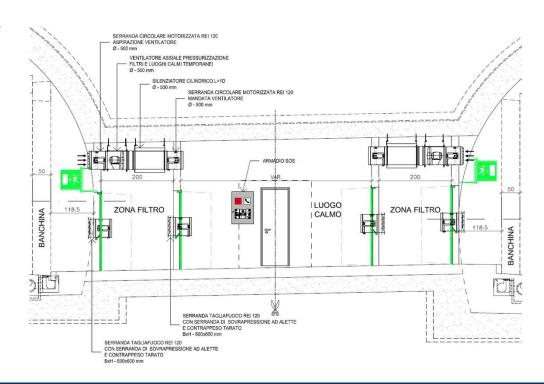
Impianti



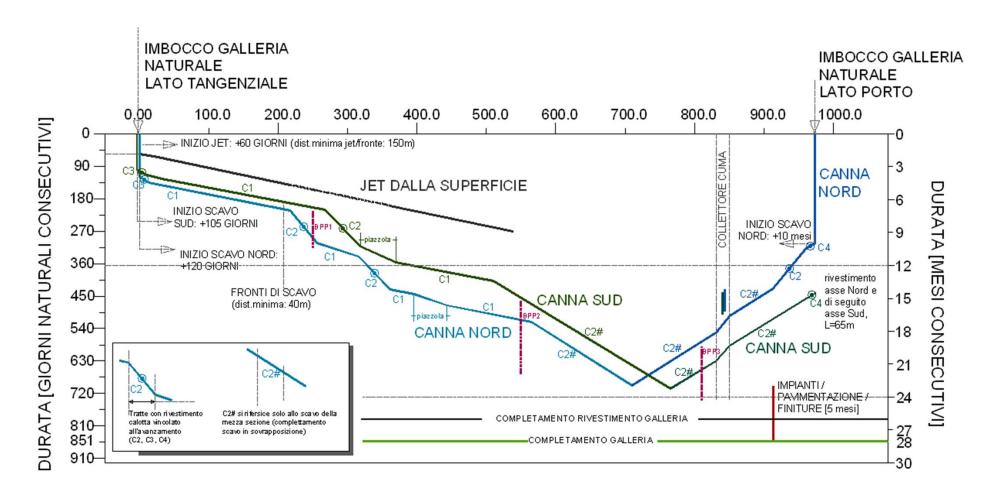
Le dotazioni si sicurezza a corredo della galleria sono installate in nicchie tecnologiche in cui sono ricavati gli alloggiamenti per i sistemi antincendio, gli SOS e la quadristica.



La galleria è dotata di uscite di sicurezza e vie di esodo protette realizzate mediante collegamenti pedonali tra i due fornici. All'interno dei collegamenti sono ricavati i luoghi sicuri temporanei separati dalla galleria a mezzo di zone filtro protette dal fuoco e mantenuti in sovrappressione da un impianto di ventilazione dedicato.



Pianificazione lavori

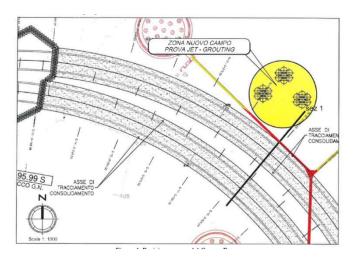


Campo Prova jet-grouting, consolidamenti dall'alto

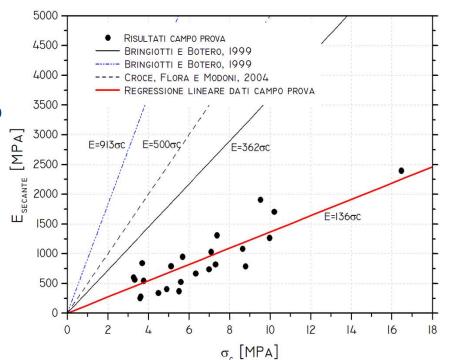
Gennaio 2014 dalla TREVI S.p.A.

- Sistema bifluido (+ "TIGOR" per la misurazione della verticalità)
- Diametro ≥3000mm
- Consumo cemento: 386 kg/m³ di trattamento colonnare, rapporto A/C della miscela = 1.20÷1.40
- Pressione miscela = circa 400 Bar
- Deviazione dalla verticalità: ≤1.65%; media: 0.91%)
- Refluo: 30-35% del volume del terreno trattato
- Diametro di progetto: 2670mm





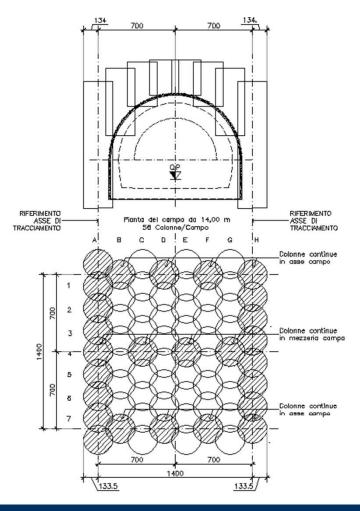






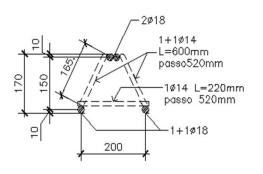
Sezione C1

- Colonne jet: ø2.7m, interasse: 2.0m
- Setto di 3 colonne continue ogni 7m
- Centine reticolari









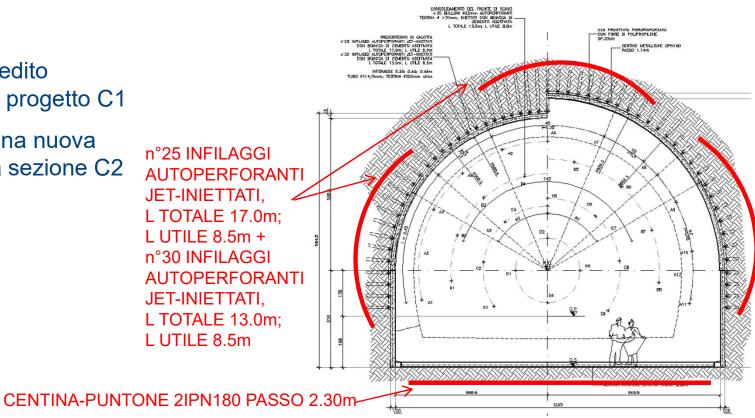
Sezione C5m

 Scavi archeologici hanno impedito l'applicazione della sezione del progetto C1

• Tratta di sperimentazione di una nuova sezione tipo, C5, a partire dalla sezione C2



n°25 INFILAGGI **AUTOPERFORANTI** JET-INIETTATI. L TOTALE 17.0m; L UTILE 8.5m + n°30 INFILAGGI **AUTOPERFORANTI** JET-INIETTATI, L TOTALE 13.0m; L UTILE 8.5m

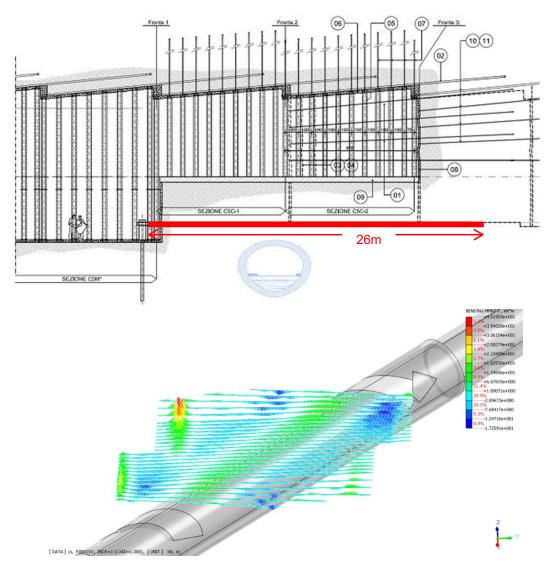


10.0 -10.0 -20.0

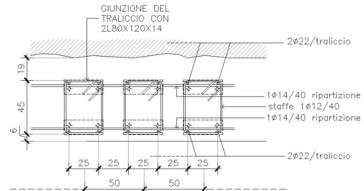
Cedimento massimo a seguito dello scavo di entrambe le canne: 2cm

Sovrapasso Cuma

Scavo da un solo lato



Armatura tralicciata per tutte le sezioni





La Fase Costruttiva

Committente: Presidente della Regione Campania - Commissario Straordinario ex art. 11 comma XVIII L. 887/84

General Contractor: COPIN DUE S.p.A.

Affidataria: SABESA S.p.A.





Consolidamenti dall'alto: TREVI

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Agostino Magliulo

Direttore dei Lavori: Ing. Mauro Di Pace

Direttore Tecnico: Ing. Marco Porta



Realizzazione galleria: ATI
TECHNOSCAVI, SCF, OLIDRAG,
TECNOMANTO







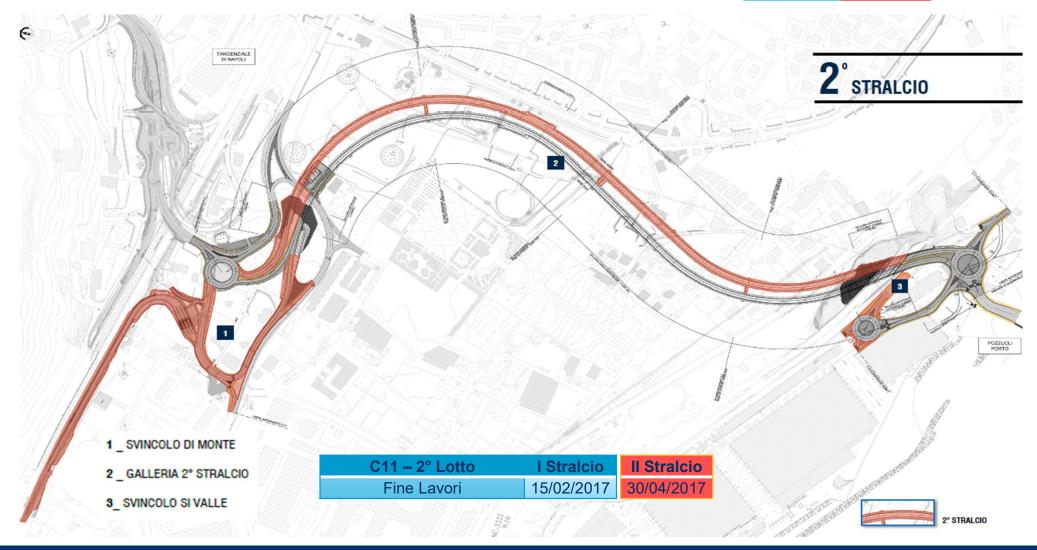
Monitoraggio geotecnico: I&C Italia

Altre imprese: **Gruppo Capuano**, **Imecal**, **Credendino**, **Mir**, **Euroedilizia**, **F.IIi Gentile**, **Gruppo Moccia**, **Coseco**



C11 – 2° Lotto	I Stralcio	
Consegna lavori	12/05/2014	30/10/2014
Inizio lavori galleria	20/08/2014	01/11/2014

C11 - 2° Lotto	I Stralcio	II Stralcio
Importo finanziato	€ 80 mil	€ 73,8 mil
Importo lavori galleria	€ 40,5 mil	€ 33,4 mil
Importo lavori esterni	€ 14,7 mil	€ 15,8 mil
Importo oneri sicurezza	€ 2,3 mil	€ 2,0 mil
Importo lavori totale	€ 55,2 mil	€ 49,2 mil



Inizio 2014: è stato redatto il programma lavori secondo le seguenti ipotesi :

1. Inizio lavori I stralcio (canna sud): 28/03/14

2. Inizio lavori II stralcio (canna nord): 29/07/14

3. Disponibilità area imbocco lato porto: 02/06/14

4. Scavo eseguito da entrambi gli imbocchi (lato porto e lato tangenziale) con incontro in

corrispondenza del collettore di Cuma

5. Produzione media scavo sezione C1: ml/g 3,80

6. Produzione media scavo sezione C2/C2L: ml/g 0,70

7. Classificazione delle sezione di scavo come da progetto esecutivo



In corso d'opera si sono riscontrate le seguenti nuove situazioni :

1. Consegna lavori I stralcio (canna sud): 12/05/14 (giorni ritardo 45)

2. Consegna lavori II stralcio (canna nord): 30/10/14 (giorni ritardo 124)

3. Disponibilità area imbocco lato porto: 20/05/15 (giorni ritardo 352)

4. Diversa classificazione delle sezioni di scavo per il rinvenimento di preesistenze di età romana

Principali modifiche progettuali:

- 2. Da sezione C2/C2L (mezza sezione) a sezione C5M (piena sezione):
- 1. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 1. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 2. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto: Ø = mm 2000 est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il consolidamento al contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

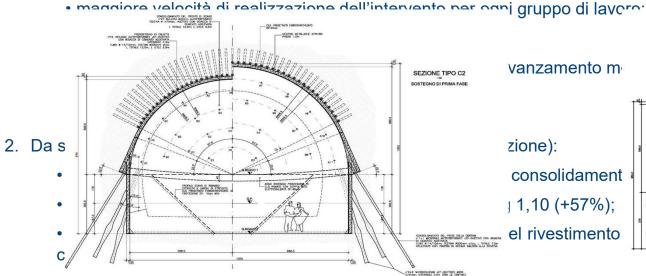
 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anterapse 6,30 m

 3. Jet grouting per il contorno della galleria: previsto est anter

realizzato: Ø = mn\$2869 admezzaseziene,00 dopo la verifica campo prova;

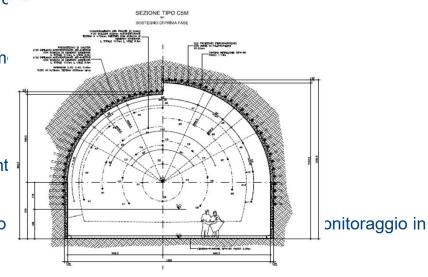
Sezione tipo C5M Lunghezza campo 8,50 m Scavo a piena sezione



vanzamento m

consolidament

1,10 (+57%);



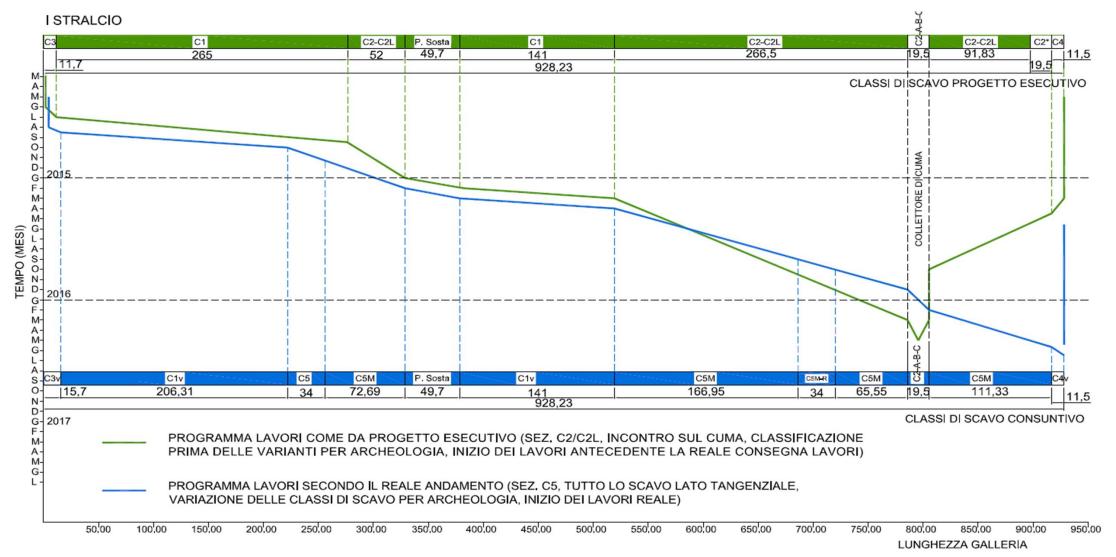
C5M 100%

- 3. Da armatura tradizionale a centine francciate:
 - eliminazione del carro per il montaggio dell'armatura in acciaio;

• maggior volocità di montaggio dell'armatura continata					
	Sezione	Diametro	Numero	Lunghezza	
Autoperforanti calotta	C2/C2L	114 mm	45	12,0 m	aria
Autoperforanti fronte	C2	32 mm	32	12,0 m	ai ia
Micropali	C2/C2L	114 mm	2x7	7,5 m	
Microcolonne jet	C2	200 mm	4x7	6,0 m	

		Sezione	Diametro	Numero	Lunghezza
ır	Autoperforanti calotta		114 mm	25	17,0 m
' ŀ	Autoperforanti calotta Autoperforanti calotta	C5M	114 mm	30	13,0 m
	Autoperforanti fronte		32 mm	30	13,5 m

Diagramma programma lavori – I STRALCIO



Canna Sud

- fine lavori scavo primo programma lavori : 02/06/2016

- previsione fine lavori scavo: 12/06/2016

- differenza : giorni 10

Diagramma programma lavori – II STRALCIO



TANGENZIALE, VARIAZIONE DELLE CLASSI DI SCAVO PER ARCHEOLOGIA, INIZIO DEI LAVORI REALE)

Canna Nord

- fine lavori scavo primo programma lavori : 26/07/2016

- previsione fine lavori scavo: 19/09/2016

- differenza : giorni 55

Avanzamento lavori in galleria al 30.11.2015

	I Stralcio	II Stralcio
Inizio galleria	20/08/2014	30/10/2014
Lunghezza gallerie	928.00 m	973.00 m

CANNA SUD

Fronte scavo

Arco rovescio

Rivestimento definitivo

	785,90 ml	928,00 ml
	739,01 ml	928,00 ml
284,98 ml 116,36 ml		928,00 ml

6,24 ml

CANNA NORD

Fronte scavo

Arco rovescio

Rivestimento definitivo

	739,86 ml	973,00 ml
62	2,00 ml	973,00 ml
229,44 ml 81,61 ml		973,00 ml





