

Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia

DIREZIONE REGIONALE DELLA VIABILITA' E DEI TRASPORTI

Legge 21 dicembre 2001 n. 443 (c.d. "Legge obiettivo")
Primo Programma Nazionale Infrastrutture Strategiche
Intesa Generale Quadro Ministero Infrastrutture e Trasporti - Regione Autonoma
Friuli - Venezia Giulia

F.V.G. 3 NODO E HUB INTERPORTUALE DI TRIESTE

F.V.G. 3.2 PENETRAZIONE NORD DI TRIESTE: COLLEGAMENTO IN GALLERIA
DA PROSECCO AL PORTO VECCHIO E SOTTOPASSO DELLA CITTA'
PER RIALLACCIO ALLA GRANDE VIABILITA' TRIESTINA.

SOGGETTO AGGIUDICATORE: REGIONE AUTONOMA FRIULI-VENEZIA GIULIA
Progettazione preliminare affidata in avvalimento al Dipartimento di ingegneria civile
dell'Università degli Studi di Trieste con atto rep. n.7905 dd.19.12.2002

PROGETTO PRELIMINARE



Dipartimento di Ingegneria Civile
Università degli Studi di Trieste



Il Progettista:

Prof. Ing. Aurelio Marchionna

Il Responsabile del procedimento

Prof. Ing. Roberto Camus

Collaboratori:

Dott. Ing. Paolo Perco
Dott. Ing. Paola Capon
Dott. Ing. Giovanni Longo
Dott. Ing. Stefano Moratto
Dott. Ing. Alberto Robba

Consulenti:

Alpina S.p.A.
Studio Ing. Pierpaolo Ferrante
Geotecna Progetti S.p.A.
Soil S.r.l.
Studio Prof. Ass. Ingg. Ferro e Cerioni
Prof. Ing. Sascia Canale

Geologia:

Soil S.r.l.
Dott.Geol. Aldo Battaglia
Dott.Geol. Fabio Staffini

Data

FEBBRAIO 2003

Titolo elaborato:

Scala :

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Revisioni:

00

Codifica

H 2 001

INDICE

1.	PREMESSA	7
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	9
2.1.	CARATTERISTICHE GENERALI DELLE OPERE	10
2.2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI COLLEGAMENTO CON LA VIABILITÀ ESISTENTE	11
2.3.	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI	15
2.3.1.	Penetrazione Nord	16
	<i>Sezioni tipo in galleria</i>	<i>16</i>
	<i>Sezioni tipo all'aperto</i>	<i>17</i>
	<i>Pavimentazioni</i>	<i>17</i>
	<i>Livello di servizio</i>	<i>17</i>
2.3.2.	Passante Intervallivo	18
	<i>Geometria dell'asse</i>	<i>18</i>
	<i>Sezioni tipo in galleria</i>	<i>18</i>
	<i>Pavimentazioni</i>	<i>19</i>
	<i>Livello di servizio</i>	<i>19</i>

2.3.3.	Rampe di svincolo	19
	<i>Geometria dell'asse</i>	20
	<i>Intersezioni con la viabilità urbana esistente</i>	20
	<i>Sezioni tipo in galleria</i>	20
	<i>Sezioni tipo all'aperto</i>	21
	<i>Pavimentazioni</i>	21
2.4.	OPERE DI SCAVALCAMENTO	21
2.4.1.	Strutture	21
2.4.2.	Caratteristiche dei materiali	23
2.4.3.	Svincolo GVT	24
2.4.4.	Svincolo Miramare	24
2.4.5.	Raccordo con A4	25
2.4.6.	Svincolo via Cumano	26
2.4.7.	Fondazioni	26
2.5.	GALLERIE ARTIFICIALI E SISTEMAZIONE ESTERNA	28
2.6.	SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO	29
2.7.	GALLERIE NATURALI	30

2.7.1.	Quadro geologico-geomeccanico	31
2.7.2.	Comportamento dei materiali interessati dallo scavo	32
	<i>Penetrazione Nord</i>	32
	<i>Passante intervallivo</i>	33
2.7.3.	Modalità di scavo	34
2.7.4.	Salvaguardia dell'ambiente e del contesto urbano	34
2.7.5.	Monitoraggio	63
2.8.	SISTEMAZIONI IDRAULICHE	36
2.8.1.	Tratti in galleria	36
2.8.2.	Tratti all'aperto	38
2.8.3.	Rete di drenaggio	39
2.9.	IMPIANTI TECNOLOGICI	39
2.9.1.	Impianto di ventilazione meccanica	41
	<i>Galleria Intervalliva</i>	41
	<i>Galleria Autostradale</i>	42
2.9.2.	Impianto di illuminazione	43
2.9.3.	Impianto di segnaletica	44

2.9.4.	Impianto di controllo atmosferico e del traffico	45
2.9.5.	Impianto di rilevazione incendio	46
2.9.6.	Impianto estinzione incendio ad acqua	46
2.9.7.	Impianto TVcc con impianto di rilevazione automatica di incidenti (D.A.I.)	47
2.9.8.	Impianto SOS	47
2.9.9.	Impianto di radiotrasmissione	47
2.9.10.	Impianto per l'esercizio dei luoghi sicuri e dei by-pass di comunicazione fra i due fornic	48
2.9.11.	Impianti elettrici	49
2.9.12.	Impianto di Gestione Tecnica Centralizzato (G.T.C.)	49
3.	RAGIONI DELLE SCELTE	51
4.	FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO	54
4.1.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO	55
4.1.1.	Geologia	56
4.1.2.	Tettonica	63
4.1.3.	Idrogeologia	63

	<i>Complessi calcarei</i>	63
	<i>Complessi flyschoidi</i>	63
4.1.4.	Sismicità	63
4.1.5.	Prime valutazioni sulla fattibilità tecnica degli interventi	63
4.2.	SISTEMA VINCOLISTICO	63
4.2.1.	Documentazione analizzata	63
4.2.2.	Analisi dei vincoli presenti sul territorio	63
4.2.3.	Rilascio delle autorizzazioni	63
5.	MODALITÀ DI ACQUISIZIONE DELLE AREE E IMMOBILI DA UTILIZZARE E PREVEDIBILI ONERI	63
5.1.	MODALITÀ DI CALCOLO DELL'INDENNITÀ DI ESPROPRIO PER LE AREE EDIFICABILI	63
5.2.	MODALITÀ DI CALCOLO DELL'INDENNITÀ DI ESPROPRIO PER LE AREE AGRICOLE	63
5.3.	RICERCHE E FONTI DI RIFERIMENTO	63
5.4.	VALUTAZIONE	63
6.	INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELLA VIABILITÀ	63
7.	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE	63

8.	INDICAZIONI SULL'ACCESSIBILITÀ	63
9.	FORME E FONTI DI FINANZIAMENTO PER LA COPERTURA DELLA SPESA	63

1. PREMESSA

In attuazione della legge n. 443, 21 dicembre 2001 (“Delega al Governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive”) detta “Legge Obiettivo”, il CIPE nella seduta del 21.12.2001 ha approvato il Programma delle infrastrutture strategiche e le proposte ivi contenute per il territorio delle Regione Friuli - Venezia Giulia.

In conformità del Decreto legislativo 20 agosto 2002, n.190 (“Attuazione della legge 21 dicembre 2001, n.443 per la realizzazione delle infrastrutture e gli insediamenti produttivi strategici e di interesse nazionale”) è stato sottoscritto in data 20 settembre 2002, tra il Presidente del Consiglio dei Ministri, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e la Regione Autonoma Friuli - Venezia Giulia, l'atto di Intesa Generale Quadro per l'individuazione delle infrastrutture e opere interessanti il territorio della Regione comprese nel Programma approvato dal CIPE il 21 dicembre 2001, che rivestono carattere di preminente interesse nazionale; tra gli interventi ricompresi nell'Intesa Generale Quadro è stato individuato anche **“il collegamento in galleria da Prosecco al Porto Vecchio e sottopasso della città per il riallaccio della Grande Viabilità Triestina” definito anche più brevemente come “Penetrazione nord di Trieste”**, che deriva dall’idea progettuale del **prof. Fabio Santorini**, Ordinario di Tecnica ed Economia dei Trasporti presso l’Università di Trieste, già proposta nel luglio 1985.

Con convenzione sottoscritta il giorno 19 del mese di dicembre 2003, la Regione Friuli – Venezia Giulia dava attuazione alla decisione di avvalersi del Dipartimento di Ingegneria Civile dell’Università di Trieste per la elaborazione del progetto preliminare del suddetto intervento.

Il presente progetto preliminare è stato sviluppato secondo quanto previsto dall’art. 16 della Legge Quadro in materia di lavori pubblici (n. 109 del 11.02.1994 e successive modificazioni), del relativo Regolamento (pubblicato sulla G.U. del 28.04.2000) e del

Decreto Legislativo (n. 190 del 20 agosto 2002) di attuazione della legge del 21 dicembre 2001, n. 443 (Legge Obiettivo).

Va precisato che il progetto preliminare è stato sviluppato con la previsione che non debba essere posto a base di concessione di lavori pubblici.

Seguendo le indicazioni del succitato D. Leg.vo n. 190 del 20 agosto 2002, è stato predisposto un apposito elaborato cartografico di progetto per evidenziare le aree impegnate, le relative fasce di rispetto e le occorrenti misure di salvaguardia.

Poiché l'opera ai sensi delle disposizioni vigenti è soggetta a V.I.A., il progetto, in luogo di contenere uno studio di prefattibilità ambientale, è corredato da un autonomo Studio di Impatto Ambientale.

Nel corso dello sviluppo del progetto, per favorire la risoluzione di alcune interferenze, si sono avuti contatti, anche se informali, con Rete Ferroviaria Italiana.

La base cartografica adottata è la Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, integrata, laddove si è ritenuto necessario, da rilievi celerimetrici di dettaglio.

Il progetto è stato concepito con un grado di approfondimento (rilievi topografici diretti nelle zone all'aperto, studio degli imbocchi e delle restanti opere all'aperto in scale più definite di quelle richieste per il preliminare, etc.) tale da garantire circa l'affidabilità delle scelte e la loro effettiva realizzabilità.

Il progettista, prof. ing. Aurelio Marchionna, per la redazione del presente progetto, si è avvalso della collaborazione del nucleo interno di progettazione del Dipartimento di Ingegneria Civile composto da: prof. ing. Roberto Camus, prof. ing. Elpidio Caroni, prof. dott. Bruno Della Vedova, prof. ing. Virgilio Fiorotto, dott. ing. Giovanni Longo, prof. ing. Alfonso Nappi, prof. dott. Rinaldo Nicolich, prof. ing. Fabio Santorini.

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La nuova viabilità in progetto collega, come punti estremi, l'autostrada A4 in prossimità di Prosecco (più precisamente in corrispondenza dello svincolo di Prosecco) con la Grande Viabilità Triestina nella zona del Porto Nuovo (località S. Pantaleone).

Essa si compone di due arterie distinte denominate "Passante Intervallivo" e "Penetrazione Nord".

Il Passante Intervallivo svolge le funzioni di una strada di tipo D (urbana di scorrimento tra quelle previste da Codice della Strada); esso, costituisce il collegamento tra le valli che scendono dal Carso verso il mare e che rappresentano le direttrici lungo le quali, nel corso degli anni, si è sviluppata l'urbanizzazione di Trieste.

I punti di collegamento tra la viabilità esistente e il Passante intervallivo sono i seguenti:

Viale Miramare

Via Giusti

Via Moreri

Via Fabio Severo (Università)

Rotonda del Boschetto

Via Cumano

Valmaura (Cimitero di S. Anna)

Grande Viabilità Triestina (Porto Nuovo)

La Penetrazione Nord, invece, svolge la funzione di saldatura tra la A4 e il Passante Intervallivo stesso e per questa sua funzione presenta le caratteristiche di una strada di tipo A (Autostrada Extraurbana). Essa si stacca in corrispondenza dell'attuale uscita di Sgonico e scende verso il mare mantenendosi in sotterraneo con una pendenza pressoché costante. Essa va ad innestarsi sul Passante intervallivo nel tratto compreso tra gli svincoli di Viale Miramare e Via Giusti.

2.1. Caratteristiche generali delle opere

Le nuove infrastrutture si sviluppano interamente in sotterraneo, così da minimizzare l'impatto ambientale e paesaggistico sulla città, pur attraversando aree urbane fortemente antropizzate.

La penetrazione Nord è costituita da due gallerie affiancate con doppia corsia (larghezza di ciascuna 3.75 m) e corsia d'emergenza (larghezza 3.00 m), con relativa banchina e profili ridirettivi, poste ad un interasse medio di 55 m circa, con coperture massime di circa 310 m ed un tracciato della lunghezza di circa 6.500 m.

Il passante intervallivo è costituito da due gallerie affiancate a doppia corsia (larghezza di ciascuna 3.50 m), con relativi marciapiedi, banchine e profili ridirettivi, poste ad un interasse medio di circa 60 m, con coperture massime di circa 160 m ed un tracciato della lunghezza di circa 10.000 m.

Lungo la penetrazione Nord, la ventilazione delle gallerie avviene con sistema longitudinale, pertanto al di sopra della sagoma limite della carreggiata è stato ricavato lo spazio utile per l'installazione di idonei apparecchi di ventilazione. Lungo il passante intervallivo invece, dove la ventilazione avviene con sistema trasversale, oltre allo spazio utile per l'installazione di apparecchi di ventilazione in calotta, sono stati inseriti nella sezione di galleria, al di sotto della piattaforma stradale, due cunicoli destinati all'immissione dell'aria fresca ed all'estrazione dell'aria viziata.

Allo scopo di assicurare condizioni di sicurezza delle opere in fase di esercizio, in corrispondenza della calotta di entrambe le gallerie viene inoltre ricavato lo spazio per contenere un canale per l'estrazione fumi in caso di incendio.

Circa ogni 500 m lungo l'asse di penetrazione Nord ed ogni 450 m lungo il passante intervallivo sono previste delle piazzole di sosta della larghezza di 3.00 m e della lunghezza utile di 45 m; ogni 300 m lungo l'asse di penetrazione Nord ed ogni 250 m lungo il passante intervallivo sono previsti dei by-pass di collegamento tra le due canne, alternativamente uno carrabile, avente larghezza interna utile di 6.80 m, e due pedonali, della larghezza interna utile di circa 2.60 m.

Nelle zone dove le carreggiate hanno andamento indipendente, sono previste invece vie di fuga in superficie attraverso cunicoli e pozzi di risalita.

Delle quattro centrali di ventilazione previste lungo le opere in progetto, quella posizionata in corrispondenza del Boschetto verrà alloggiata in un camerone sotterraneo, parallelo alle gallerie del passante intervallivo e collegato a queste mediante cunicoli, allo scopo di minimizzare l'impatto in superficie all'interno di un'area di particolare pregio paesaggistico; le restanti tre centrali verranno realizzate in superficie e saranno collegate alle gallerie mediante pozzi o cunicoli.

2.2. Descrizione delle opere di collegamento con la viabilità esistente

1. Viale Miramare

Il punto di innesto del Passante Intervallivo sulla viabilità esistente di Viale Miramare risulta particolarmente vincolato dalla presenza della linea ferroviaria Venezia-Trieste esistente che corre a mezza costa ad una quota di circa 20 m s.l.m. Inoltre è stato necessario tenere in conto la futura posizione della galleria della linea Alta Velocità Torino-Trieste.

La presenza di tali vincoli, oltre alla necessità di sovrappassare Viale Miramare, ha imposto di mantenere costante la sezione in sotterraneo del Passante Intervallivo senza prevedere allarghi o cameroni per l'inserimento di ulteriori corsie di uscita.

La soluzione adottata prevede che la carreggiata del Passante Intervallivo che dalla Grande Viabilità Triestina porta a Viale Miramare esca all'aperto sottopassando la linea storica Venezia- Trieste, sovrappassi Viale Miramare e poi scenda fino alla quota dello stesso innestandosi su una rotatoria; il flusso di traffico diretto verso il centro città è stato privilegiato inserendo un'apposita corsia di svolta diretta.

La carreggiata Miramare-Grande Viabilità prende origine dalle due rampe che provengono da Barcola e da Trieste centro. La prima è una rampa indiretta che sovrappassa Viale Miramare, mentre la seconda è una rampa di tipo diretto; ambedue queste correnti di traffico vengono preselezionate prima dell'ingresso nella rotatoria.

Nell'ambito di questo intervento Viale Miramare è stato riprofilato al fine di garantire i franchi necessari ed è stata prevista una risistemazione della pista ciclabile attualmente presente.

La soluzione in oggetto prevede l'utilizzo del sedime dell'attuale fascio binari del porto vecchio.

L'adozione di una soluzione con rotatoria consente di inserire in futuro un accesso all'area dell'Expo che in questo modo avrebbe un collegamento diretto con l'autostrada A4.

2. Via Giusti

Lo svincolo di Via Giusti si collega al Passante Intervallivo consentendo l'ingresso e l'uscita lato Viale Miramare/Penetrazione Nord. Il Comune di Trieste ha previsto la riqualificazione di Via Giusti con prolungamento della stessa verso monte; le rampe che dal Passante portano in superficie intersecano questa nuova viabilità con una rotatoria. In fondovalle è presente un torrente che attualmente risulta scorrere in un manufatto; le quote della nuova viabilità risultano compatibili con l'interferenza idraulica.

3. Via dei Moreri

Lo svincolo di Via dei Moreri consente di collegare la superficie con il Passante Intervallivo con la sola possibilità di entrare/uscire verso la Grande Viabilità Triestina. Le rampe si innestano sul prolungamento della Via dei Moreri stessa mantenendosi per la maggior parte del tracciato a sud dell'alveo del torrente presente nel fondovalle.

4. Via Fabio Severo (Università)

Lo svincolo è costituito da una doppia rotatoria. Una di queste si posiziona lungo Via Fabio Severo in sostituzione dell'intersezione attuale con Via Cantù e Via di Cologna. La seconda raccoglie le rampe che provengono e vanno al Passante Intervallivo; su questa si attestano inoltre la Via Cantù; è stata anche prevista la possibilità di inserimento su questa rotatoria di una futura strada che attraversando in galleria il monte Valerio si colleghi alla SS 14 a monte dell'Università. Le rampe collegano il Passante Intervallivo alla superficie garantendo il funzionamento di tutte le direttrici. L'interferenza idraulica presente risulta compatibile, previa opportuna sistemazione, con la viabilità in progetto.

5. Rotonda del Boschetto

La sistemazione della rotonda del Boschetto prevede la realizzazione di una nuova rotatoria (raggio 20 m) che raccoglie la viabilità esistente (Via Giulia, Via Sanzio, Via

Pindemonte e Strada di Guardiella) nonché le rampe di collegamento al Passante Intervallivo. L'attuale strada che sale all'interno del Boschetto (Viale al Cacciatore) viene deviata e si innesta sulla Strada di Guardiella.

La soluzione proposta consente di preservare l'edificio che attualmente si affaccia sulla Rotonda dal lato del Boschetto.

6. Via Cumano

In corrispondenza di Via Cumano il Passante Intervallivo esce all'aperto superando la valle sottostante con un viadotto a due campate; il fondo valle risulta occupato dalla linea ferroviaria ad unico binario Campo Marzio-Villa Opicina e dall'alveo del Torrente Sette Fontane; tale torrente risulta tombato al di sotto della Via Cumano esistente.

Al fine di poter collegare il Passante Intervallivo al piazzale posizionato al termine di Via Cumano, è stato scelto di modificare solo planimetricamente la linea ferroviaria e di risistemare l'alveo del torrente, creando lo spazio necessario all'inserimento delle rampe che si staccano dal Passante Intervallivo a nord; queste si mantengono all'aperto fino al piazzale; le rampe che invece si innestano a sud si mantengono sempre in sotterraneo sottopassando l'alveo del torrente e la ferrovia e tornando all'aperto in corrispondenza del piazzale.

7. Valmaura (Cimitero di S. Anna)

Le rampe dello svincolo di Valmaura, che consentono il collegamento con il Passante Intervallivo in direzione Penetrazione Nord si attestano sulla Via S. Maria Maddalena; lo svincolo si inserisce all'interno di un possibile intervento di riqualificazione della viabilità locale a cura del Comune; tale intervento contempla il collegamento di Via S. Maria Maddalena, tramite una rotatoria, a Piazzale Valmaura e Via dell'Istria.

8. Grande Viabilità Triestina

Il passante intervallivo si attesta sulla Grande Viabilità Triestina in corrispondenza dell'ex inceneritore. Lo svincolo è di tipo a trombetta; le carreggiate del Passante Intervallivo sottopassano la grande Viabilità e si collegano alla carreggiata sud di questa tramite due viadotti (rampa indiretta e semidiretta).

All'interno dell'area occupata dallo svincolo sono stati ricavati gli spazi necessari al posizionamento di una delle centrali tecnologiche.

9. Svincolo A4

In corrispondenza dell'uscita di Sgonico sull'autostrada A4 le carreggiate della Penetrazione Nord si staccano dall'autostrada e scendono verso il mare. Lo svincolo consente di collegare la Penetrazione Nord sia con la carreggiata diretta verso il valico di Ferneti, sia con quella verso Venezia. Le interferenze vengono risolte mantenendo la rampa Penetrazione Nord-Ferneti al di sotto del piano campagna, mentre la rampa Ferneti-Penetrazione Nord si sviluppa in viadotto.

Per creare lo spazio necessario per l'inserimento dello svincolo sono stati previsti degli interventi accessori sulla viabilità esistente. La s.s. 202 Triestina viene deviata diminuendo il tratto di stretto affiancamento alla A4, mentre il sovrappasso della s.p. n° 6 di Comeno verrà ricostruito in modo tale da creare campate di luci compatibili con la presenza della A4 e delle rampe di svincolo che vi si innestano.

2.3. Caratteristiche geometriche e funzionali

Lo studio delle caratteristiche geometriche e funzionali della viabilità oggetto della presente progettazione è stato condotto in conformità con le indicazioni del D.M. 5/11/2001 emanato dal Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti.

2.3.1. Penetrazione Nord

Geometria dell'asse

L'intervallo di velocità di progetto è quello previsto per le strade di tipo A. L'andamento planimetrico dell'asse è caratterizzato da curve circolari con inserimento di clotoidi di transizione. Nel tratto in prossimità della A4, dove la Penetrazione Nord si trova all'aperto, il raggio minimo che si è adottato risulta pari a 670 m, mentre nella parte in galleria per garantire le visuali libere necessarie sono stati adottati raggi maggiori di 1600 m.

Dal punto di vista altimetrico le due carreggiate corrono per la maggior parte del tracciato alla stessa quota in modo tale da realizzare i by-pass tra le canne in piano. La pendenza massima adottata risulta pari a 3.4%.

Sezioni tipo in galleria

Per la Penetrazione Nord la sezione di scavo è del tipo tradizionale.

All'estremità della banchina in sinistra e della corsia di emergenza sono collocati profili ridirettivi addossati ai piedritti della galleria. È previsto inoltre l'allargamento in sinistra di un metro della piattaforma nella galleria ascendente per garantire visuali libere congruenti con la velocità di progetto

All'interno delle banchine in destra e sinistra trovano posto anche le caditoie per la raccolta delle acque di piattaforma nonché di eventuali liquidi provenienti da sversamenti accidentali. Le caditoie recapitano ad un collettore longitudinale posto al di sotto della sede stradale.

Sezioni tipo all'aperto

In prossimità della A4 la Penetrazione Nord esce all'aperto; in tale situazione alle estremità della banchina sono stati predisposti, nel caso di sezione in trincea, cunette alla francese per la raccolta delle acque di piattaforma di larghezza 1.00 m e arginelli in terra da 1.25 m con dispositivo di ritenuta per le sezioni in rilevato.

Le scarpate presentano pendenze 2/3 e sono protette al piede da fossi di guardia in terra.

I dispositivi di ritenuta "bordo laterale", in accordo al decreto 223/92, sono stati previsti di classe H2 tenendo in conto che il TGM sarà maggiore di 1000 e la percentuale di traffico pesante è stimata intorno al 7%.

Pavimentazioni

La pavimentazione adottata per la Penetrazione Nord è stata scelta in riferimento al Bollettino CNR n. 178/95; considerando il fatto che essa costituisce un accesso autostradale alla città di Trieste è stata scelta una pavimentazione semirigida (scheda 2SR) composta da 6 cm di usura, 7 cm di strato di collegamento, 10 cm di strato di base e 25 cm di misto cementato.

Per la parte in galleria, il riempimento dell'arco rovescio è stato predisposto con misto granulare non legato.

Livello di servizio

Le sezioni adottate in relazione ai flussi previsti (v. Studio di Traffico allegato al S.I.A.) sono tali da garantire le condizioni di deflusso richieste dalle sopra citate norme per le strade di tipo A.

2.3.2. Passante Intervallivo

Il Passante Intervallivo è una strada urbana di scorrimento di categoria D; l'intervallo di velocità di progetto adottato è di 50-80 km/h.

La piattaforma è composta da due corsie di marcia da 3.50 m, una banchina in destra da 1.00 m e una banchina in sinistra da 0.50 m. La larghezza del pavimentato risulta pari a 8.50 m. Sul lato destro trova spazio un marciapiede di servizio di larghezza 1.20 m.

Geometria dell'asse

Il tracciato del Passante Intervallivo si sviluppa completamente in sotterraneo uscendo all'aperto solamente in corrispondenza della valle di Via Cumano, nonché agli imbocchi a Viale Miramare e alla Grande Viabilità Triestina.

L'andamento planimetrico dell'asse è caratterizzato da curve circolari con inserimento di clotoidi di transizione. Il raggio minimo adottato risulta pari a 400 m.

L'andamento altimetrico prevede una pendenza massima del 4.9% adottando una pendenza eccezionale del 6% solamente nei tratti all'aperto e in corrispondenza delle zone di imbocco.

Sezioni tipo in galleria

Il Passante Intervallivo presenta una sezione di scavo circolare; al di sotto del piano viabile trovano posto i vani tecnici e i condotti per la ventilazione.

Sia a lato della banchina in sinistra, sia all'estremità del marciapiede, sono collocati profili redirettivi addossati alle pareti della galleria.

All'interno delle banchine in destra e sinistra trovano posto anche le caditoie per la raccolta delle acque di piattaforma nonché di eventuali liquidi provenienti da sversamenti accidentali. Le caditoie recapitano ad un collettore longitudinale che corre all'interno dei vani tecnici al di sotto della sede stradale.

Pavimentazioni

La pavimentazione, in conglomerato bituminoso, è composta da uno strato da 6 cm di usura, e da uno strato di collegamento di 7 cm.

Essa appoggia sulla soletta in calcestruzzo all'interno della galleria. E' prevista la applicazione di una mano di attacco in bitume di adeguate caratteristiche al fine di garantire un migliore incollaggio.

Livello di servizio

Le sezioni adottate in relazione ai flussi previsti (v. Studio di Traffico allegato al S.I.A.) sono tali da garantire condizioni di deflusso nettamente migliori di quelle minime richieste dalla normativa.

2.3.3. Rampe di svincolo

Le rampe di svincolo sono caratterizzate da una piattaforma pavimentata da 6.50 m composta da una corsia di marcia da 3.75 m, una banchina in destra da 1.75 m e una banchina in sinistra da 1.00 m. Sul lato destro trova spazio un marciapiede di servizio di larghezza 1.20 m.

Geometria dell'asse

A causa della situazione orografica in cui si inseriscono e dell'ambito urbano in cui vanno a confluire, le rampe di svincolo presentano talvolta pendenze pronunciate (intorno al 7%) e bassi raggi di curvatura. Ove possibile si è scelto di mantenere il più possibile le rampe in galleria in modo tale da aumentare lo sviluppo delle stesse e mantenere raggi di curvatura più ampi e pendenze più dolci, cercando di localizzare le zone a maggiore pendenza nei tratti all'aperto.

Intersezioni con la viabilità urbana esistente

Lo schema generalmente adottato per la connessione delle rampe con la viabilità esistente è quello della rotatoria. Nelle successive fasi della progettazione in relazione ai flussi previsti per le diverse manovre, saranno precisate le caratteristiche dimensionali e degli elementi funzionali costituenti le intersezioni.

Sezioni tipo in galleria

La sezione di scavo per le rampe è del tipo in tradizionale.

Sia a lato della banchina in sinistra, sia all'estremità del marciapiede, sono collocati profili redirettivi addossati alle pareti della galleria.

All'interno delle banchine in destra e sinistra trovano posto anche le caditoie per la raccolta delle acque di piattaforma nonché di eventuali liquidi provenienti da sversamenti accidentali. Le caditoie recapitano ad un collettore longitudinale posto al di sotto della sede stradale.

Sezioni tipo all'aperto

All'uscita delle gallerie le rampe vanno a innestarsi o su intersezioni a rotatoria o su viabilità di tipo urbano con una larghezza di pavimentato pari a 7.00 m (strade di tipo E).

In questa fase della progettazione per le rotatorie si è previsto un anello pavimentato di larghezza di 9.00 m, la pendenza trasversale è verso l'esterno della rotatoria.

Pavimentazioni

La pavimentazione adottata per le rampe di svincolo è stata scelta in riferimento al Bollettino CNR n. 178/95: pavimentazione semirigida (scheda 2SR) composta da 6 cm di usura, 7 cm di strato di collegamento, 10 cm di strato di base e 25 cm di misto cementato.

Per la parte in galleria, il riempimento dell'arco rovescio è stato predisposto con misto granulare non legato.

2.4. Opere di scavalamento

2.4.1. Strutture

Analizzando le varie possibilità ed alternative sono state privilegiate le soluzioni in grado di garantire la maggior uniformità possibile, la rapidità di esecuzione e il contenimento dei costi di esecuzione delle opere in esame.

La scelta è perciò caduta su strutture con gli elementi principali assemblati a piè d'opera. Si è infatti optato per impalcati costituiti da una struttura composta da travi metalliche e da traversi di irrigidimento.

Il numero delle travi è determinato dalla larghezza dell'impalcato, in modo da garantire il bilanciamento e la distribuzione dei carichi.

La struttura metallica è sormontata da una soletta in c.a. gettata su predalles prefabbricate.

Si è adottata, per quanto possibile, una soluzione strutturale che comportasse una flessibilità ripetitiva, non solo per motivi di convenienza economica, ma anche per opportunità di immagine dell'opera.

Nell'ambito della progettazione dell'opera in esame, si sono rilevati necessari gli impalcati delle seguenti rampe di svincolo:

- Svincolo GVT: rampa Passante Intervallivo – Via Caboto
rampa Valmaura – Passante Intervallivo
- Svincolo di Miramare: rampa Penetrazione Nord– Viale Miramare
rampa Penetrazione Nord / Passante Intervallivo – Viale Miramare
rampa Viale Miramare – Penetrazione Nord / Passante Intervallivo
- Svincolo di raccordo con A4: rampa carreggiata Nord (GVT/Ferneti) – Trieste
Sovrappasso S.P. 6 Cumano

Inoltre, in corrispondenza dello svincolo di via Cumano è necessario prevedere due viadotti (uno per carreggiata) del Passante Intervallivo per passare sopra la linea ferroviaria esistente.

- Svincolo di Via Cumano: Passante Intervallivo: Carreggiata GVT – Penetrazione Nord

Passante Intervallivo: Carreggiata Penetrazione Nord – GVT

2.4.2. Caratteristiche dei materiali

Poiché la opere in esame vengono realizzate in ambiente marino con gelo, i calcestruzzi utilizzati devono avere mediamente le seguenti caratteristiche:

- classe 4b (XS1 – XF4)
- rapporto a/c <0.50 in modo da garantire la durabilità e l'impermeabilità della struttura
- dosaggio > 300 kg / m³ per ottenere una resistenza meccanica sufficientemente elevata
- presenza di aggreganti resistenti al gelo
- utilizzo di additivi aeranti in modo da inglobare nel calcestruzzo un volume d'aria pari a circa il 5% che, in forme di microbolle disperse nella matrice cementizia, allenta le tensioni che insorgono per la trasformazione dell'acqua liquida in ghiaccio più voluminoso
- classe di consistenza S3/S4
- copriferro minimo pari a 40 mm.

Per le travi in acciaio si utilizza:

- acciaio S355J2G3, S355K2G3 (ex 510D) per gli elementi saldati
- acciaio S355J0 (ex 510C) per gli elementi non saldati, gli angolari e le piastre sciolte

Per la protezione alla corrosione si utilizza acciaio zincato e verniciato.

2.4.3. Svincolo GVT

Lo svincolo Passante Intervallivo – GVT prevede due rampe in viadotto (cfr elaborati grafici).

Entrambi gli impalcati in acciaio-calcestruzzo sono composti da 6 campate. Le luci sono pari rispettivamente a circa 23m (impalcato Rampa Passante Intervallivo – Via Caboto) e a circa 18.5m (impalcato Rampa Valmaura – Passante Intervallivo).

La piattaforma di entrambe le rampe ha una larghezza pavimentata pari a 6.50 m e larghezza complessiva pari a 8.85 m.

Per la sezione è stata scelta una soluzione con tre travi a doppio T, con controventi verticali ed orizzontali imbullonati.

2.4.4. Svincolo Miramare

Lo svincolo di Viale Miramare prevede tre rampe in viadotto (cfr elaborati grafici).

Il viadotto sulla rampa Viale Miramare – Penetrazione Nord / Passante Intervallivo è a campata unica, ed ha una luce di circa 15 m. La piattaforma stradale ha una larghezza pavimentata pari a 6.50 m e larghezza complessiva pari a 8.85 m.

Il viadotto della rampa Penetrazione Nord – Viale Miramare ha tre campate di lunghezza in asse impalcato rispettivamente pari a 31.60 m, 32.30 m e 29.00 m.

Per la sezione trasversale dei tre viadotti in oggetto è stata scelta una soluzione con trave a cassone. Tale tipologia strutturale consente di mitigare l’impatto visivo di queste opere.

2.4.5. Raccordo con A4

La rampa Carreggiata Nord (GVT/Ferneti) – Trieste dello Svincolo A4 – Penetrazione Nord prevede un tratto in viadotto.

L’impalcato in acciaio-calcestruzzo è composto da 4 campate. Le prime tre hanno luce pari a 20 m, la quarta, che scavalca la carreggiata A4 – Trieste della Penetrazione Nord, ha luce pari a 21.90 m.

La piattaforma ha una larghezza pavimentata pari a 6.50 m e larghezza complessiva pari a 8.85 m.

Per la sezione è stata scelta una soluzione con tre travi a doppio T, con controventi verticali ed orizzontali imbullonati.

A nord del raccordo autostradale, si rende necessaria la demolizione del cavalcavia esistente della S.P. 6 di Comeno, per consentire l’allargamento delle rampe in entrata e in uscita dalla A4. La realizzazione di questo impalcato prevede 4 campate di luce pari a 19 m.

La piattaforma ha una larghezza pavimentata pari a 10.50 m e larghezza complessiva pari a 13.60 m.

Per la sezione è stata scelta una soluzione con cinque travi a doppio T, con controventi verticali ed orizzontali imbullonati.

2.4.6. Svincolo via Cumano

In corrispondenza dello Svincolo di Via Cumano, è necessario realizzare due impalcati (uno per carreggiata) che consentano all'Passante Intervallivo di sovrappassare la linea ferroviaria esistente.

I due cavalcavia, identici per geometria e dimensioni, hanno due campate da 23.00 m ciascuna. La piattaforma ha una larghezza pavimentata pari a 8.50 m e larghezza complessiva pari a 10.85 m.

Per la sezione è stata scelta una soluzione con quattro travi a doppio T, con controventi verticali ed orizzontali imbullonati.

2.4.7. Fondazioni

In tutte le aree interessate dalle fondazioni dei costruendi viadotti, le condizioni geotecniche locali sono piuttosto favorevoli per il trasferimento al terreno dei carichi verticali e orizzontali imposti dalle strutture, essendo il profilo stratigrafico locale sistematicamente interessato dalla presenza di:

- copertura di limitato spessore, costituita da riporto artificiale, generalmente granulare, sovrapposto e mescolato a depositi eluvio-colluviali, anch'essi a discreta componente grossolana (sabbia, ghiaia e ciottoli);
- alluvioni grossolane, di spessori in genere ridotti e larghezza limitata, poste in corrispondenza dell'asse centrale dell'impluvio;
- roccia alterata, spesso connotata da matrice limo-argillosa con caratteristiche meccaniche da scadenti a medie;
- roccia in posto;

La situazione diventa leggermente più sfavorevole in corrispondenza del viadotto di imbocco Miramare ove la struttura ricade in corrispondenza di un riempimento artificiale recente di spessore non noto. Considerata l'attuale morfologia della sponda, caratterizzata dalla presenza di roccia emergente con discreta pendenza e la limitata distanza in pianta delle future aree di imposta del viadotto della preesistente linea di costa, si stima che lo spessore complessivo dei terreni sciolti al di sopra della roccia di base sia localmente non superiore a (6÷8) m.

Nelle condizioni di cui sopra risulta ideale l'adozione di fondazioni a pozzo, da intestarsi direttamente all'interno della roccia di base con limitato grado di alterazione.

Ciascun pozzo sarà realizzato mediante coronella di micropali adeguatamente infissa al di sotto della futura quota di massimo scavo interno.

La forma sarà circolare, con un numero di (2÷3) micropali per metro di sviluppo del perimetro. Lo scavo interno sarà realizzato a conci, dopo il getto di una robusta trave ad anello di sommità, stabilizzando con calcestruzzo proiettato armato con rete metallica le pareti interne. Le spinte orizzontali saranno contrastate con centine metalliche spaziate di 1.5÷2 m.

Tale tecnologia permette l'ispezione diretta del materiale presente a fondo scavo e pertanto la scelta della quota di imposta più opportuna, in relazione alle caratteristiche della roccia presente in corrispondenza di ciascun punto di appoggio.

Una volta verificato il raggiungimento delle condizioni di appoggio prefigurate, lo scavo sarà riempito fino alla quota del sottopinto con calcestruzzo leggermente armato.

Con riferimento alle informazioni preliminari ad oggi disponibili, si possono stimare le seguenti quantità, utili per definire la geometria dei pozzi in questione:

- lunghezza dei micropali dalla quota di scavo locale: (7÷) 8 m;

- profondità media di imposta della fondazione: $\cong 5$ m.

In corrispondenza del viadotto Miramare si renderanno necessari i seguenti adeguamenti alle tecnologie esecutive precedentemente discusse:

- esecuzione di una fila supplementare di perforazioni di piccolo diametro, disposto all'esterno della coronella di micropali, finalizzata alla impermeabilizzazione della parete;
- esecuzione di un tampone di fondo costituito da colonne di jet grouting con diametro minimo di 0.60m, opportunamente sovrapposte (disposizione in pianta a quinconce, con interasse di $\cong 0.6$ m) al fine di costituire un fondo impermeabile dello scavo al di sotto della falda.

Si stimano le seguenti quantità relative alla geometria di tali ultime fondazioni:

- lunghezza di micropali e delle perforazioni supplementari esterne: 14(+15) m;
- profondità media di imposta della fondazione: -9 m dal p.c. locale.

2.5. GALLERIE ARTIFICIALI E SISTEMAZIONE ESTERNA

I tratti in artificiale sono composti dai seguenti distinti segmenti:

1 - concio di raccordo tra galleria naturale e artificiale al di sotto del preanello di imbocco: è realizzato con le stesse fasi e modalità di getto e la stessa armatura della galleria naturale, senza casseri esterni.

2 - galleria artificiale in c.a. propriamente detta: a piedritti verticali casserati anche all'estradosso.

3 - portale di imbocco in c.a.: comprendente una porzione di galleria circolare chiusa in calotta ed un tratto a “becco di flauto” rovescio, da casserare anche all’estradosso. Il becco di flauto reca sul contorno del bordo esterno un rilievo atto a contenere il terreno di ritombamento della struttura.

4 - muri andatori: il becco di flauto termina con due brevi tratti di muri di raccordo che contengono il terreno di ritombamento e che riproducono la stessa sagoma interna della galleria.

La sistemazione del terreno di ritombamento delle gallerie artificiali raccorda il versante naturale a monte e a valle dell’imbocco con pendenze ridotte. Una canaletta posata sul terreno di riporto contorna il becco di flauto e costituisce un fossato di raccolta delle acque superficiali. Le sue estremità di piede devono essere raccordate con la rete di raccolta e drenaggio delle acque del corpo stradale.

2.6. SCAVI E OPERE DI SOSTEGNO

Nelle aree interessate dalla presenza dell’unità calcarea (svincolo A4 e centrale di ventilazione CV4) la realizzazione degli scavi verrà ottenuta mediante uno sbancamento direttamente incidente nell’ammasso roccioso con pendenza 2/5.

Al fine di prevenire la possibilità di distacchi gravitativi, si ritiene, cautelativamente, opportuna una stabilizzazione superficiale delle scarpate mediante chiodi passivi integrati da uno strato di protezione in betoncino proiettato armato con rete elettrosaldata fissata al substrato con i chiodi stessi.

Nelle aree interessate dalla formazione flyschoidale, considerata la possibile presenza di una coltre di alterazione superficiale, con spessori anche di ordine metrico e possibile presenza di falde sospese, la realizzazione degli scavi è risolta con l'inserimento di una paratia "berlinese" di sostegno in tubi in acciaio contrastati da travi di ripartizione orizzontali in profilati in acciaio, tirantate con tiranti a trefoli e collegati da una trave di coronamento in c.a.. La struttura è ricoperta da uno strato di calcestruzzo proiettato armato con rete elettrosaldata.

Nel caso di scavi di altezza modesta e per esigenze legate al ritombamento delle tratte di galleria artificiale è prevista la messa in opera di muri di sostegno in c.a. rivestiti in pietra locale.

In alcune zone, non è possibile il ritombamento completo delle paratie berlinesi; esse verranno placcate mediante un muro in c.a. rivestito in pietra locale.

2.7. GALLERIE NATURALI

Verranno illustrate sinteticamente nel seguito le scelte progettuali operate, circa le modalità realizzative di quelle parti delle nuove infrastrutture che si sviluppano in sotterraneo, e le motivazioni che hanno condotto a tale scelta, con riferimento al contesto geologico-geomeccanico ed alle problematiche legate all'interazione con il contesto urbano circostante.

2.7.1. Quadro geologico-geomeccanico

Nell'ambito del contesto geologico dell'area di Trieste, la penetrazione Nord si sviluppa per buona parte del tracciato all'interno della formazione calcarea del Carso Triestino, per poi interessare le unità di Flysch arenacei ed arenaceo-pelitici nella tratta terminale.

Il passante intervallivo si sviluppa invece interamente all'interno dei Flysch arenacei ed arenaceo-pelitici.

La formazione calcarea è costituita da litofacies carbonatiche ben stratificate sedimentatesi in una iniziale situazione di scogliera, caratterizzate da ripetuti episodi lagunari e regressivi ai quali è seguita una trasgressione con la conseguente formazione di un ambiente marino: i depositi marini si riflettono nelle facies costituite da sedimenti calcarei puri, mentre risultano differenziati e con frequenti eteropie i sedimenti riferibili all'ambiente di scogliera e lagunare (calcari argillosi).

Dal punto di vista tettonico strutturale, la serie calcarea è stata interessata nell'ultima fase orogenetica da spinte molto intense che hanno generato due sistemi principali di fratturazione, uno sub-parallelo ed uno sub-perpendicolare alla stratificazione, dando luogo ad una scomposizione dell'ammasso roccioso in solidi prismatici di modeste dimensioni.

La formazione calcarea presenta fenomeni di carsismo più o meno diffusi: infatti, la differente composizione mineralogica delle serie calcaree, combinata con l'assetto strutturale, ha dato luogo a caratteristiche di carsificabilità dell'ammasso roccioso di diversa entità.

La struttura del Flysch risulta costituita da una alternanza irregolare di strati arenacei, e strati marnosi con strati di arenarie fittamente e ritmicamente stratificati con lenti e/o interstrati di argilla. La sequenza sedimentaria è estremamente variabile per granulometria, spessore degli strati, e rapporto tra arenarie e marne. La variabilità nelle

alternanze degli strati, sia in senso verticale sia orizzontale, è dovuta alla genesi di tipo torbido della sequenza sedimentaria.

Dal punto tettonico-strutturale la formazione del Flysch presenta un susseguirsi di pieghe irregolari, in cui possono essere presenti discordanze, faglie e scorrimenti.

Una caratterizzazione geologico-geomeccanica di dettaglio è descritta nelle schede di approfondimento e negli elaborati grafici allegati al progetto.

2.7.2. Comportamento dei materiali interessati dallo scavo

Sulla base di quanto emerso dai rilievi geologico-geomeccanici e dagli approfondimenti condotti, si è proceduto ad un esame del comportamento del terreno all'azione di scavo, così da potere individuare le tecniche ottimali per affrontare la realizzazione delle opere. Di ciò si riferisce ampiamente nella specifica relazione tecnica.

Penetrazione Nord

Le buone caratteristiche geomeccaniche, in termini di resistenza e deformabilità, dei calcari interessati dalla realizzazione della Penetrazione Nord hanno condotto ad individuare quale modalità di scavo quella tradizionale, mediante esplosivo all'interno dei calcari. In considerazione del sottopasso di zone abitate, lo schema di volata dovrà essere dimensionato in modo tale da limitare al massimo il trasferimento di vibrazioni e rumore verso la superficie.

Particolare attenzione durante l'avanzamento degli scavi dovrà essere posta alla possibile presenza lungo il tracciato di cavità carsiche.

Nel caso di cavità di dimensioni paragonabili o inferiori a quelle della sezione trasversale della galleria in esame si procederà all'intasamento delle cavità interferenti, in modo da consentire l'avanzamento in sicurezza delle operazioni di scavo. Le modalità di attraversamento di eventuali cavità di grandi dimensioni verranno definite i corso d'opera, in funzione dei rilievi effettuati.

La tratta terminale del tracciato, in prossimità dell'interconnessione con il passante intervallivo, interessa la formazione dei Flysch. All'interno di tali materiali, sarà necessario realizzare in avanzamento interventi di consolidamento al fronte e/o al contorno del cavo, per garantire l'avanzamento degli scavi in condizioni di sicurezza.

Passante intervallivo

Considerazioni circa le caratteristiche geotecniche dei materiali interessati dallo scavo del Passante intervallivo, condizioni idrauliche dell'area, le dimensioni geometriche del cavo, le modeste coperture presenti e la presenza in superficie di numerosi edifici e strutture, sia insistenti direttamente sopra il tracciato, sia ricadenti all'interno della fascia di potenziale influenza delle gallerie, hanno condotto a preferire alle tecnologie di scavo tradizionali, che avrebbero comportato diffusi trattamenti di consolidamento, lo scavo mediante scudo meccanizzato a fronte chiuso in grado di garantire la stabilità del terreno sia al fronte, che al contorno del cavo. Tale tecnologia consente infatti di limitare entro valori accettabili gli effetti dello scavo in termini di cedimenti superficiali, garantendo condizioni di sicurezza nei confronti del tessuto urbano soprastante ed escludendo problematiche attivazioni del drenaggio dal cavo e dal fronte.

Date le dimensioni delle due gallerie e la loro rilevante lunghezza, tale scelta risulta ottimale anche dal punto di vista economico e dei tempi realizzativi dell'opera. In particolare, allo scopo di limitare i tempi necessari al completamento dell'opera, si prevede la realizzazione delle due gallerie affiancate attraverso l'utilizzo di due

macchine che, sfalsate di un'opportuna distanza per escludere fenomeni di interazione reciproca, procedano scavando in parallelo.

Le frese attaccheranno lo scavo a partire dall'Interconnessione con la Grande Viabilità Triestina, per uscire a cielo aperto in corrispondenza dello svincolo di Via Cumano, e terminare lo scavo all'interconnessione con la Penetrazione Nord.

2.7.3. Modalità di scavo

Nella specifica relazione tecnica si individuano in dettaglio gli interventi proposti per la realizzazione delle singole opere, descrivendo le principali fasi esecutive.

2.7.4. Salvaguardia dell'ambiente e del contesto urbano

I sistemi di scavo proposti per la realizzazione della Penetrazione Nord e del Passante intervallivo della Città di Trieste garantiscono un eccellente livello di salvaguardia dell'ambiente, sia in termini di disturbo dell'ammasso per deformazioni indotte sia in termini di influenza sul regime idrogeologico preesistente.

Lo scavo delle gallerie del Passante Intervallivo, che attraversa aree densamente urbanizzate della città di Trieste, con la possibilità di applicare una corretta e modulabile contropressione sul fronte di scavo in modo continuo in ogni fase di lavorazione, consente infatti di impedire la decompressione dell'ammasso a monte del fronte di scavo, controllandone così la deformazione ed i possibili conseguenti cedimenti indotti in superficie.

Tali risultati vengono inoltre garantiti dalla posa in opera dei conci di rivestimento definitivo subito a valle del fronte di scavo, ancora sotto la protezione del mantello della macchina, e dall'immediato riempimento dello spazio a tergo dei rivestimenti, tra conci

e profilo di scavo, con betoncino in pressione, evitando il detensionamento dell'ammasso dopo il passaggio dello scudo.

Analoghi risultati vengono perseguiti adottando gli adeguati ed opportuni accorgimenti progettuali ed operativi nella realizzazione della Penetrazione Nord e delle opere complementari, quali allarghi, by-pass, cunicoli, pozzi ed opere d'imbocco delle gallerie naturali.

Le metodologie operative per la realizzazione di tali opere sono infatti state definite con riferimento al contesto in cui verranno applicate, con lo scopo di ridurre al minimo la decompressione del terreno ed il disturbo indotto alle zone circostanti.

In particolare, nello scavo degli allarghi, delle piazzole di sosta e dei by-pass, la realizzazione dei interventi di consolidamento al fronte ed al contorno del cavo consentiranno di conseguire l'obiettivo di limitare la decompressione dell'ammasso in fase di scavo.

I sistemi di consolidamento adottati sono inoltre tali da evitare qualsiasi forma di inquinamento dovuta alla immissione o dispersione non controllata di sostanze di vario genere all'interno dei terreni e dell'eventuale falda in essi presente.

Nell'ambito del sistema di monitoraggio verranno comunque previsti controlli e misure, sistematiche e puntuali, su elementi afferenti strettamente l'impatto ambientale, sia in fase di realizzazione dell'opera che in fase di esercizio della nuova infrastruttura.

La soluzione in sotterraneo adottata consente inoltre di localizzare le aree di cantiere a maggiore impatto, sia per estensione che per durata, in corrispondenza delle sole estremità delle gallerie. In corrispondenza dell'interconnessione con la Grande Viabilità Triestina, è previsto l'allestimento dell'area di cantiere di dimensioni maggiori.

In tale località è infatti previsto l'attacco dello scavo meccanizzato della gallerie del Passante Intervallivo, ed il cantiere dovrà garantire gli spazi necessari alla gestione della

macchina, quali ad esempio quelli destinati alle attrezzature per la movimentazione ed il montaggio degli scudi, le aree di stoccaggio dei conci di rivestimento, etc..

Lungo il tracciato l'impatto risulterà minimo e legato a piccoli cantieri di realizzazione dei pozzi di ventilazione e dei pozzi di risalita pedonale, con durata limitata nel tempo. Lo scavo delle gallerie di svincolo potrà infatti avvenire a partire dalle gallerie principali già realizzate, minimizzando l'impatto sulla città.

Tutti i cantieri saranno dotati di idonee misure mitigative per limitare le emissioni di rumore e di inquinamento atmosferico. La definizione dettagliata di tali interventi sarà definita sulla base di future indagini miranti ad individuare la vulnerabilità degli ambiti urbani in relazione al disturbo potenziale dei cantieri.

2.8. Sistemazioni idrauliche

La particolare conformazione del tracciato, che si sviluppa quasi interamente in galleria e con pendenze piuttosto elevate, ha richiesto accorgimenti particolari per il convogliamento delle acque di piattaforma e l'adozione di sistemi di sicurezza per la salvaguardia in caso di incidenti sulla sede stradale.

Nel seguito viene descritto il sistema di smaltimento della rete stradale che si suddivide in tratti in galleria e tratti all'aperto.

2.8.1. Tratti in galleria

I tratti in galleria costituiscono la quasi totalità del percorso. L'analisi geologica dell'area interessata dagli scavi presuppone di incontrare ammassi con scarsa presenza d'acqua (assenza di falde stabili); l'ipotesi di reperimento di zone con presenza d'acqua tuttavia non interessa il cavo interno della galleria, che risulta, per i tratti scavati in tradizionale (Penetrazione nord e rampe di svincolo) opportunamente rivestita ed eventualmente impermeabilizzata, mentre per i tratti scavati con fresa (Passante

Intervallivo), la tecnologia stessa del sistema scudato garantisce la tenuta idraulica tra i conci e mantiene di conseguenza il cavo asciutto.

Sulla base di tali considerazioni la stima delle venute d'acqua, di provenienza di falda, all'interno del cavo è risultata pressoché nulla. In via cautelativa, ed in assenza di sondaggi specifici effettuati nella zona di interesse, la stima che viene ipotizzata ai fini del dimensionamento è pari a 1 l/s/km.

Le venute d'acqua più significative risultano pertanto quelle imputabili ai veicoli in marcia provenienti dall'esterno con carico di pioggia o neve; in assenza di normativa di riferimento in merito si è prodotto un calcolo approssimato che ha considerato le seguenti ipotesi cautelative:

- completa presenza di neve sui veicoli all'ingresso della galleria per una altezza di circa 5 cm;
- totale scioglimento della stessa durante il tempo di transito dei veicoli all'interno della galleria (considerati in marcia ad una velocità media di 50 km/h) pari a circa 9 minuti nei cavi da 7 km;
- portata di traffico in ingresso alle gallerie pari a quella dell'ora di punta di 2000 veicoli /h.

Sulla base di quanto sopra si riesce ad ottenere il quantitativo di portata totale afferente al sistema di drenaggio.

Se si assume, con buona approssimazione che il contributo specifico possa essere considerato crescente linearmente con lo sviluppo della galleria si deduce che il contributo dei drenaggi ammonta a circa $34/7 \cong 51$ l/s/km.

Altri fattori che possono interessare il sistema di drenaggio della rete stradale in galleria sono:

- lo sversamento di liquidi infiammabili sulla piattaforma a seguito di incidente (possibilità considerata remota grazie al sistema di traffico monodirezionale a canne separate);
- l'entrata in funzione del sistema antincendio;
- il lavaggio della piattaforma stradale.

La prima causa è difficilmente ipotizzabile in termini di portata specifica versata, mentre è noto il volume complessivo potenzialmente versabile (circa 20 m³);

L'entrata in funzione del sistema antincendio rende disponibili in un chilometro di galleria 4 idranti UNI45 in grado di fornire complessivamente una portata oraria di 36 m³/h per un tempo complessivo di 3h . In caso di entrata in funzione del sistema antincendio il contributo afferente alla rete risulta quindi essere di 10 l/s per il chilometro interessato.

Il lavaggio della piattaforma è stimato intorno ad 1l/s.

Alla luce di quanto esaminato risulta che le portate attese, con la contemporanea presente del contributo dovuto alla entrata in funzione del sistema antincendio e di quello dovuto al drenaggio delle acque di infiltrazione e di quelle introdotte dai veicoli possono essere ricondotte a $5 + 1 = 6$ l/s/km di galleria a cui si sommano, per il solo chilometro interessato la portata di 10 l/s dell'antincendio.

2.8.2. Tratti all'aperto

Le caratteristiche pluviometriche della città di Trieste attualmente a disposizione definiscono le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno da 5 a 100 anni, valide per eventi di precipitazione con durate superiori all'ora.

La stima delle portate meteoriche afferenti alle piattaforme stradali nei tratti all'aperto è tuttavia da effettuarsi sugli eventi di breve durata e forte intensità che risultano critici per bacini con tempi di corrivazione inferiori all'ora, come quelli costituiti dalle piattaforme stradali in oggetto.

Per il dimensionamento della rete di drenaggio nei tratti all'aperto si è quindi utilizzata un'intensità di pioggia ritenuta rappresentativa degli scrosci di minor durata per aree aventi regime pluviometrico simile a quello considerato. L'evento di progetto con tempo di ritorno di 100 anni, che interessa un bacino perfettamente impermeabile come quello della piattaforma stradale, per una durata di 15 minuti ha un'intensità pari a 85 mm/h.

2.8.3. Rete di drenaggio

Nella relazione tecnica è descritta l'articolazione della rete di drenaggio e sono indicati anche i criteri adottati per il dimensionamento (non si parla della sistemazione di corsi d'acqua

2.9. IMPIANTI TECNOLOGICI

Nel seguito si descrivono in modo sintetico gli impianti tecnologici, ritenuti necessari sia alla gestione che alla sicurezza di esercizio delle gallerie, rinviando alla specifica relazione tecnica per maggiori dettagli e per la giustificazione dei dimensionamenti adottati.

Per la progettazione preliminare degli impianti tecnologici sono state tenute in conto le raccomandazioni date dal PIARC (Permanent International Associations of Road Congresses), nonché le normative emanate in campo europeo in questi ultimi tempi od

in corso di approvazione ai fini della gestione e della sicurezza di esercizio per le gallerie stradali.

I principali impianti previsti per il sistema di gallerie sono :

- 1.1 Impianto di ventilazione meccanica per la mandata di aria esterna e per l'estrazione dell'aria viziata o di fumi, questi ultimi generati da incendi in galleria.
- 1.2 Impianto di illuminazione su più circuiti con rinforzi agli imbocchi;
- 1.3 Impianto di segnaletica orizzontale e verticale;
- 1.4 Impianto di controllo atmosferico e del traffico;
- 1.5 Impianto di rivelazione di incendio;
- 1.6 Impianto di estinzione incendio ad acqua;
- 1.7 Impianto di televisione a circuito chiuso (T.V.c.c.) con impianto di rilevazione automatica di incidenti (D.A.I.);
- 1.8 Impianto telefonico e di richiesta di soccorso (SOS);
- 1.9 Impianto di radiotrasmissione;
- 1.10 Impianto per l'esercizio dei luoghi sicuri (rifugi) e dei by-pass di comunicazione fra i due fornici;
- 1.11 Impianti elettrici di alimentazione da rete nazionale per il funzionamento normale e mediante gruppi elettrogeni per il funzionamento in emergenza.

Tutti questi impianti sono eserciti e correlati da un sistema di controllo centralizzato (Gestione Tecnica Centralizzata - G.T.C.), ubicato in un apposito Posto di Controllo Centralizzato (P.C.C.), in grado di gestire il funzionamento della galleria in modo automatico e con la sorveglianza continua di personale specializzato.

2.9.1. Impianto di ventilazione meccanica

Galleria Intervalliva

La galleria è ventilata trasversalmente mediante tre centrali di ventilazione, denominate CV1 (zona GVT), CV2 (zona Boschetto) e CV3 (Zona Viale Miramare). Ciascuna centrale alimenta i forni di competenza mediante canali AF di immissione dell'aria fresca (AF) disposti al disotto della sede stradale e mediante canali AV di estrazione dell'aria viziata (AV) disposti in volta alla galleria.

I canali AF distribuiscono l'AF mediante apposite bocchette di mandata disposte con passo di 10 m poco sopra la carreggiata stradale, i canali AV estraggono l'AV mediante serrande motorizzate disposte in volta alla galleria ogni 50 m.

Il canale AV serve anche all'estrazione dei fumi da incendio, come sarà specificato più dettagliatamente nel seguito di questa relazione.

Le centrali di ventilazione suddividono di fatto la galleria in quattro tronchi distinti per la ventilazione, di lunghezza variabile.

Ciascun tronco è servito dalla centrale di ventilazione di competenza.

In ogni centrale sono sistemati :

- ventilatori del tipo assiale per la immissione dell'aria fresca (AF);
- ventilatori del tipo assiale per l'estrazione dell'aria viziata (AV) e dei fumi da incendio;
- le prese dell'aria fresca e le torri di espulsione dell'aria viziata nell'esercizio normale e dei fumi in caso di incendio nel tunnel;
- gli impianti elettrici di potenza e di controllo al servizio della centrale;
- l'impianto di climatizzazione delle centrali per fornire condizioni ambientali termiche idonee al funzionamento degli impianti nel corso delle stagioni;
- un locale per il controllo e la regolazione degli impianti di centrale e di galleria.

Su ciascun fornice della galleria sono inoltre previste batterie di ventilatori assiali ad induzione (booster) utilizzati per il controllo della velocità longitudinale nel fornice.

Le rampe di ingresso e di uscita dalla galleria sono ventilati con ventilatori assiali ad induzione disposti in volta ai fornici degli svincoli stessi.

Il controllo della ventilazione è fatto dal sistema di G.T.C. dal Posto di Controllo Centralizzato. Il P.C.C. è previsto essere ubicato nella CV3.

Galleria Autostradale

La galleria è ventilata longitudinalmente, mediante ventilatori assiali ad induzione disposti a terne in volta alla galleria.

Essa dispone inoltre di un canale di estrazione fumi in caso di incendio.

Stanti la notevole lunghezza della galleria e la sua pendenza, è stata collocata in una zona intermedia (zona S.P. del Carso) una centrale di ventilazione denominata CV4, disposta sotto il piano di campagna.

A questa centrale fanno capo i quattro canali di estrazione fumi da incendio, due per i fornici a monte e due per i fornici a valle della centrale.

Altri due canali di estrazione fumi fanno capo alla centrale CV3, connettendosi ai due canali di estrazione fumi che pervengono alla CV3 dalla galleria intervalliva.

La centrale CV4 è dotata di un impianto di estrazione AV da ciascun fornice e di un impianto di immissione di AF ad effetto induttivo (effetto Saccardo) in ciascun fornice. L' estrazione AV e l' immissione AF avvengono in corrispondenza della centrale CV4.

Nella fattispecie tutto avviene come se la galleria fosse suddivisa in due tronchi per la ventilazione sanitaria ed in tre tronchi per l' estrazione dei fumi.

La centrale CV4 è dotata degli stessi tipi di impianti delle centrali trattate in precedenza.

2.9.2. Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione nei due fornici delle due gallerie, intervalliva ed autostradale, è costituito da lampade al sodio ad alta pressione nelle potenze da 100, 150, 250 e 400 W, disposte in apparecchi d' illuminazione adatti per essere installati sui due lati di ciascun fornice.

L'illuminazione di base o permanente è tale da garantire un illuminamento uniforme ed evitare abbagliamenti secondo la normativa vigente.

In corrispondenza a ciascun imbocco d'entrata di ciascun fornice e per una lunghezza di circa 250 m viene realizzata un'illuminazione di rinforzo. Analogamente una zona di rinforzo, ridotta come luminanza e lunghezza rispetto all'imbocco, viene attuata sull'uscita da ciascun fornice.

2.9.3. Impianto di segnaletica

L'impianto di segnaletica comprende :

- la segnaletica verticale;
- la segnaletica orizzontale;
- la segnaletica luminosa con le linee elettriche di alimentazione e di controllo;
- le attrezzature complementari.

Nella fattispecie la principale segnaletica per il Tunnel è costituita da:

- cartelli riassuntivi dei divieti in galleria;
- cartelli di preavviso semaforo a 200 m dagli imbocchi;
- semafori con controllo dalla G.T.C.;
- pannelli con frecce verdi (via libera) e con croci rosse (obbligo di fermata) per ogni corsia;
- stazioni meteorologiche, una per ogni ingresso-uscita dalla galleria.
- plot luminosi all'imbocco per circa 100 m;
- pannelli con frecce verdi e con croci rosse per ogni corsia ogni 600 m;

- pannelli a messaggio variabile informativi con visualizzazione di immagini grafiche o di scritte alfanumeriche, per informazioni agli utenti in galleria (incidenti, cambio corsia, lavori in corso, etc.);
- pannelli luminosi triangolari a doppia faccia con indicazione di SOS ed estintore;
- pannelli luminosi singola faccia di presegnalazione rifugio e della sua distanza (60x120);
- impianto illuminazione per inquadramento della porta del rifugio;
- pannello luminoso a doppia faccia per indicazione cassetta UNI 45 ed idrante UNI 70;
- pannelli luminosi con indicazione velocità massima e distanza di sicurezza (60x120);
- pannelli a rifrangenza con PK (ogni 300 m);
- plot luminosi blu per segnalazioni distanze in galleria ogni 100 m, sui due lati del fornice;
- plot luminosi gialli di indirizzamento con passo di 20 m, disposti in quinconce sui due lati di ciascun fornice.

2.9.4. Impianto di controllo atmosferico e del traffico

L'atmosfera in galleria viene controllata in funzione dei valori degli inquinanti emessi dai veicoli. Gli inquinanti controllati sono: CO (ossido di carbonio), NO (ossido di azoto) e opacità (OP) dell'aria, che vengono misurati con apposita strumentazione.

Inoltre il controllo può essere integrato mediante una valutazione previsionale del traffico, attuato mediante il sistema di controllo del traffico, anch'esso disposto in galleria.

2.9.5. Impianto di rilevazione incendio

Il sistema di allarme incendio per ogni fornice è costituito da due cavi sensori in fibra ottica. Essi sono collegati alle unità di controllo, installati nelle centrali.

2.9.6. Impianto estinzione incendio ad acqua

Sono previste tre centrali antincendio disposte una in corrispondenza della centrale di ventilazione CV1, CV3 e CV4.

Ogni centrale preleva l'acqua da un serbatoio di accumulo avente un volume di ≈ 300 m³.

Nella centrale antincendio sono sistemate :

- una elettropompa centrifuga;
- una motopompa con motore primo endotermico;
- una pompa centrifuga sommersa monoblocco per la pressurizzazione del circuito.

2.9.7. Impianto TVcc con impianto di rilevazione automatica di incidenti (D.A.I.)

Il sistema di monitoraggio e di controllo del traffico attua le funzioni di videosorveglianza, nonché la funzione di rilevazione degli incidenti, di veicoli fermi e delle code. Inoltre consente la video registrazione, eseguita su supporto digitale, delle immagini provenienti da tutte le unità di ripresa previste.

Nella sala controllo principale, posta nella centrale CV3, sono collocati tutti gli apparati di acquisizione e gestione dei segnali video, includendo tra questi anche il sistema di video registrazione digitale, il sistema di rilevazione automatica di incidente e le postazioni operatore.

2.9.8. Impianto SOS

L'impianto SOS consta di postazioni disposte sul marciapiede od in apposite nicchie lungo la corsia di emergenza, con una postazione ogni $\approx 250\div 300$ m. Inoltre postazioni SOS sono disposte nei rifugi (vie di fuga) per gli utenti in galleria nei by-pass carrabili.

2.9.9. Impianto di radiotrasmissione

E' prevista la realizzazione di una rete radio isofrequenziale sincronizzata, costituita da più canali, per la copertura dell'intera galleria e zone vicini.

Il sistema radiomobile è costituito da più reti monocanale sovrapposte, che devono consentire i collegamenti al P.C.C. della centrale CV3, con le proprie unità esterne, vale a dire con il personale munito di ricetrasmittitore portatile, con le vetture dotate di ricetrasmittitore veicolare e con eventuali postazioni fisse.

2.9.10. Impianto per l'esercizio dei luoghi sicuri e dei by-pass di comunicazione fra i due fornici

Fra i due fornici sono previsti collegamenti di by-pass da utilizzare come vie di fuga (rifugi) per gli utenti della galleria in caso di pericolo, in particolare di incendio.

Ciascuna via di fuga è individuabile con segnale a cartelli luminosi ad elevata visibilità, disposti sia sulla porta di accesso dai fornici, sia a distanza opportuna entro la galleria (50, 100 e 150 m).

Le vie di fuga (o rifugi) hanno un passo di circa 250 m per la galleria intervalliva e di 300 m per la galleria autostradale. Per maggior precisione si faccia riferimento alle tavole planimetriche delle gallerie.

La via di fuga è costituita da due zone filtro affacciate una ad un fornice e l'altra al secondo fornice; tra le due zone filtro è disposto il rifugio vero e proprio.

I due filtri ed il rifugio sono pressurizzati con due sistemi di ventilazione, di cui uno aspira l'aria da un fornice ed il secondo dall'altro fornice.

La pressurizzazione delle zone filtro e del rifugio viene fatta dal ventilatore che preleva l'aria dal fornice indenne, mentre sul fornice incidentato il ventilatore resta fermo e serrande tagliafuoco chiudono l'aerazione del filtro e del rifugio.

Sono previsti, inoltre, con passo di ≈ 750 m per la galleria intervalliva e di ≈ 900 m per la galleria autostradale, dei by-pass di comunicazioni carrabili, da gestirsi da parte del personale di soccorso o di manutenzione.

Una ventilazione analoga con pressurizzazione da entrambi i fornici viene fatta anche per i nove by-pass di comunicazione.

2.9.11. Impianti elettrici

Una linea in MT collega le cabine elettriche nelle centrali CV1 e CV2 ed un'altra linea in MT collega le cabine elettriche nelle centrali CV3 e CV4, nonché le cabine elettriche disposte fra i due fornici del Tunnel.

La fornitura in MT è prevista in doppia alimentazione dalla rete magliata della società distributrice dell'energia elettrica, in modo da disporre sempre di una alimentazione di riserva.

Inoltre in prossimità di ciascuna delle Centrali CV1 e CV3 è disposta una centrale di alimentazione in emergenza dei carichi preferenziali, costituita da due gruppi elettrogeni.

2.9.12. Impianto di Gestione Tecnica Centralizzato (G.T.C.)

L'impianto di Gestione Tecnica Centralizzato (G.T.C.) ha il compito di controllare e di gestire tutti gli impianti tecnologici delle gallerie della Penetrazione Nord.

Il controllo e la gestione degli impianti tecnologici constano di diverse attività tra loro strettamente interconnesse.

Esse sono così riassumibili :

- acquisizione dei dati ambientali ed elettrici quali CO, NO, OP, AN, traffico, presenza di incendio, stato impianti di ventilazione, di illuminazione, stato degli impianti elettrici, dei dispositivi di segnaletica, di SOS, di TVcc, di radio trasmissione, vie di fuga, by-pass di comunicazione, etc. Trasmissione delle informazioni dai dispositivi locali ai dispositivi del sistema di controllo;
- elaborazione dei dati sopramenzionati da parte del sistema di controllo in base ai parametri di funzionamento ed agli algoritmi preimpostati dai posti di controllo supervisione;
- attuazione delle azioni previste e comando dei dispositivi delle apparecchiature degli impianti. In particolare deve attuare la gestione della ventilazione, degli impianti di estrazione fumi ed antincendio dell'illuminazione, degli impianti elettrici delle centrali, delle cabine di galleria, dell'impianto di illuminazione, del controllo di traffico, del controllo delle vie di fuga e dei by-pass, della segnaletica.

3. RAGIONI DELLE SCELTE

La funzione della mobilità nelle aree urbane è diventata sempre più dirimente ai fini del raggiungimento di standard accettabili di qualità della vita. L'idea stessa di città è oggi condizionata dalla soluzione prioritaria del problema del traffico veicolare

Non vi è alcun dubbio sulla necessità di riequilibrare la ripartizione modale più verso il servizio pubblico, oggi fortemente sottoutilizzato, e di recuperare alla fruizione pedonale le aree più pregiate dei centri storici. Allo stesso modo, tuttavia, non si può non considerare che qualunque città ha una sua vitalità in quanto soprattutto centro di scambi e di relazioni. Occorre quindi trovare il giusto equilibrio fra una mobilità più pubblica nelle aree centrali e una mobilità più privata in quelle periferiche. Per raggiungere con successo questo obiettivo occorre ripensare al disegno della città pensata come centro di gravitazione e di attrazione di periferie sempre meno accessibili e ribaltare la funzione di distribuzione immediatamente all'esterno dell'area urbana consentendo una penetrazione capillare ed efficiente direttamente verso il luogo di destinazione senza passare per il centro.

Queste, in estrema sintesi, le ragioni funzionali della scelta localizzativa del progetto in argomento (si veda in proposito quanto esposto nello Studio di Impatto Ambientale allegato a questo progetto). Il modello di assegnazione dei flussi alla rete con e senza il progetto dimostra chiaramente che si ottengono considerevoli risparmi di tempo su quasi tutti gli archi coinvolti. I benefici in termini economici sono tali da giustificare ampiamente i costi necessari per l'intervento. Se a ciò si aggiungono i benefici intangibili derivanti dalle minori emissioni conseguenti ai ridotti tempi di percorrenza, si evidenzia che non solo l'opera è fattibile ma è anche inderogabilmente necessaria.

La situazione complessiva della zona presenta i connotati tipici delle città costiere con le propaggini collinari immediatamente a ridosso dell'abitato. Lungo le incisioni vallive

si sono sviluppate le direttrici di espansione, che oggi possono essere utilizzate come linee di penetrazione. La possibilità di raccordare fra loro queste linee accedendovi direttamente dalla grande viabilità trova una soluzione efficace in un nuovo itinerario che partendo dalla fine dell'A4 proceda direttamente in galleria verso la zona di Miramare e da qui con un percorso intervallivo, ad arco rispetto al centro, raggiunga nuovamente la grande viabilità in corrispondenza del nuovo porto.

Negli anni passati probabilmente un problema siffatto avrebbe trovato soluzione in un alternarsi di gallerie e viadotti con le conseguenti ricadute in termini di impatto ambientale proprio nei confronti di quelle periferie che si vogliono riqualificare. Oggi il progresso tecnologico dello scavo in galleria consente di affrontare a costi precedentemente impensabili l'utilizzo del sottosuolo in forma molto più espansiva con benefici ambientali che è facile immaginare. Alla fine di queste considerazioni si è optato per la soluzione del tracciato tutto in galleria comprese le rampe degli svincoli che dal sottostante fornace principale conducono alla viabilità di superficie.

Dovendo procedere ad un'operazione di scavo di dimensioni considerevoli ci si è naturalmente preoccupati degli aspetti idrogeologici e delle eventuali preesistenze archeologiche.

Per quanto riguarda i primi, si può rilevare che lo scavo da Prosecco a Miramare avviene in formazioni di calcare del Carso Triestino e da Miramare al Porto Nuovo prevalentemente in formazioni del Flysch di Trieste.

Nell'area di origine calcarea sono presenti grotte e doline che si è cercato accuratamente di evitare. La permeabilità si può considerare media per fratturazione e carsismo. La circolazione dell'acqua è concentrata sui livelli di base collegati a quello del mare ed avviene attraverso un complesso sistema di cavità carsiche. L'infiltrazione di conseguenza è elevatissima e pressoché nullo il ruscellamento superficiale.

Al contrario nell'area del Flysch si trova un'alternanza di strati arenacei, argillosi e marmosi estremamente variabile per granulometria e spessore degli strati. Il complesso è poco permeabile per fratturazione o addirittura impermeabile in corrispondenza degli orizzonti fini.

Per quanto riguarda infine le preesistenze archeologiche si evidenziano testimonianze romane nell'area di Prosecco dove probabilmente era ubicato l'incrocio fra la via Trieste-Aquileia e l'itinerario del Ravennate.

Resti archeologici sono stati rinvenuti nell'area di Campo Romano, in quella di Barcola e di Poggio di Gretta. Particolare attenzione sarà necessaria nella futura definizione dello svincolo di Miramare per le possibili interferenze con eventuali presenze sotterranee. Un'altra area in cui si segnalano preesistenze archeologiche è la zona gravitante intorno alla Rotonda del Boschetto, dove potrebbero trovarsi resti di un acquedotto romano. Nei pressi dello svincolo di S. Anna potrebbero trovarsi resti dell'acquedotto di Bagnoli.

In definitiva si può affermare che proprio la profondità del tracciato in galleria porta ad escludere la probabilità di interferenze con ritrovamenti archeologici.

4. FATTIBILITA' DELL'INTERVENTO

Il dibattito sull'opportunità di un nuovo asse infrastrutturale a monte della Città risale agli anni settanta in occasione della redazione del Piano Urbanistico Regionale Generale, poi approvato nel 1978.

L'ipotesi più praticabile in quel momento appariva come un tracciato di mezza costa che avrebbe dovuto attraversare una delle zone più belle del territorio triestino. Soprattutto per questo motivo l'idea non trovò allora seguito.

Il problema viene risollevato negli anni ottanta durante la redazione del Piano Regionale Integrato dei Trasporti e del Piano Regionale della Viabilità soprattutto per la necessità di scaricare di una quota parte di traffico la S.S. 14 costiera.

Il nuovo PRG di Trieste e il PRUSST delineano una strategia di interventi mirati alla riqualificazione della Città con particolare attenzione all'area del Porto Vecchio e alle Rive.

Appare evidente la necessità di riequilibrare il peso insediativo lungo la costa attrezzando opportunamente l'entro terra.

In questo contesto non appaiono idonee al raggiungimento dell'obiettivo le possibili alternative, avanzate da qualcuno, di un collegamento fra porto vecchio e porto nuovo lungo la costa o sotto il mare. Non si tratta infatti solo di by-passare il centro urbano, ma piuttosto di favorire lo sviluppo della Città verso monte. Finalmente dopo anni di dibattito, l'obiettivo viene centrato nel 2002 con l'Intesa Generale Quadro Stato Regione Friuli-Venezia Giulia che esplicitamente prevede *“la penetrazione da nord attraverso il collegamento in galleria da Prosecco al Porto Vecchio e il sottopasso*

della città per il riallaccio alla Grande Viabilità Triestina". L'Intesa viene recepita successivamente dalla Legge Obiettivo cui si rifà il presente progetto.

La fattibilità economica dell'opera è stata verificata (vedi SIA) in base allo Studio Trasportistico che ha configurato i possibili scenari della rete viaria triestina con e senza intervento. L'assegnazione dei flussi che ne consegue ed i relativi risparmi di tempo nelle varie percorrenze sono stati valorizzati ed attualizzati allo stesso orizzonte temporale degli investimenti per permettere un confronto benefici-costi che è risultato ampiamente positivo. Se, ai benefici diretti così calcolati, si aggiungono i benefici indiretti in termini di maggior sicurezza della circolazione, di minor impatto ambientale, di riqualificazione urbana, di nuove opportunità territoriali, allora si ha una visione integrata e sistemica del problema.

4.1. Inquadramento geologico, idrogeologico e sismico

A supporto della progettazione preliminare, sono state svolte rilievi e indagini d'inquadramento geologico-geomeccanico, idrogeologico e sismico del territorio interessato dal tracciato stradale.

In sintesi, il lavoro è stato sviluppato secondo il seguente ordine di progressione logica:

- raccolta ed interpretazione dei dati geologici disponibili presso enti pubblici o privati, con particolare riferimento a cartografie generali e tematiche, anche in ambito urbanistico;
- raccolta ed interpretazione dei risultati d'indagine geognostica;
- analisi di foto aeree;
- rilievi in campo finalizzati alla verifica dei dati raccolti ed alla esecuzione di stazioni di rilievo strutturale secondo procedura I.S.R.M.;

- redazione di cartografia tematica geologica in scala 1:5.000 a cavallo del tracciato prescelto e relative sezioni geologiche;

Considerata la specificità della soluzione prescelta e l'importanza complessiva dell'intervento, pur nell'ambito di una fase iniziale della progettazione, un impegno particolare è stato comunque rivolto al rilevamento geologico di terreno.

A tale fine, oltre alla verifica ed alla osservazione diretta della geologia generale dell'area, sono state effettuate diciotto stazioni di dettaglio lungo l'intero tracciato, con finalità sia strutturali che geologico applicative.

I risultati del lavoro svolto sono riportati in dettaglio nella relazione geologica di progetto, alla quale si rimanda per gli opportuni approfondimenti.

4.1.1. Geologia

Il tracciato si sviluppa pressoché interamente in galleria naturale attraverso corpi geologici che abbracciano una successione stratigrafica comprendente parte della serie carbonatica della Formazione dei Calcari del Carso Triestino (Cucchi et al., 1987), nell'intervallo Cretaceo-Eocene, e parte dell'unità litologica informale nota come Formazione del Flysch di Trieste (Eocene p.p.).

Geograficamente, le unità carbonatiche affiorano in posizione rilevata e più interna (altopiano del Carso Triestino) rispetto a quelle terrigene, le quali formano invece l'ossatura dell'area urbana di Trieste. Si tratta, quest'ultima, di una zona profondamente modificata dall'attività antropica e, di conseguenza, priva di affioramenti con significativa continuità areale.

L'osservazione diretta delle caratteristiche dell'ammasso roccioso, rappresentative delle condizioni in profondità, risulta inoltre frequentemente ostacolata sia dalla presenza di uno spesso cappellaccio di alterazione del Flysch sia dall'affioramento diffuso di coperture detritiche eluvio-colluviali di versante.

Ciò premesso, le unità litologiche e stratigrafiche affioranti lungo il tracciato possono essere così riassunte (adattato da Cucchi et al., 1987 e da Ballarin et al., 1997):

Riporti: accumuli recenti, o di epoca storica, costituiti da materiale prevalentemente flyschoide.

Terre rosse: generalmente argillose, o limose, di derivazione calcarea. Colmano gli avvallamenti carsici e le doline, formando in talune di esse depositi potenti anche molte decine di metri.

Età: Quaternario

Coperture eluvio-colluviali: sono costituite da prevalenti limi di colore bruno-marrone-ocraceo, misti ad argille, con presenza di ghiaie di degradazione del Flysch.

Età: Quaternario.

Depositi alluvionali: sono costituiti da ghiaie prevalentemente arenacee, localmente arenacee-calcaree, miste ad argille e limi, con livelli di sabbie.

Età: Quaternario.

Sedimenti marini: prevalentemente costituiti da argille limose, di colore grigio scuro-nerastro, neri, grigio cenere-bluastro, azzurrognolo, molto teneri, più o meno organici, localmente con livelletti a maggior frazione limosa, o raramente sabbiosa, postwürmiani.

Età: Quaternario.

Megabreccia: breccia a blocchi di calcare fossilifero inglobati nel Flysch marnoso-arenaceo

Età: Eocene p.p.

Flysch marnoso-arenaceo: alternanze ritmiche, con periodi molto variabili, di pacchetti di marne generalmente carbonatico-argillose, grigiastre, fragili, con strati e banchi di arenarie compatte quarzoso-feldspatiche, da grigio chiare a grigio scure.

Età: Eocene p.p.

Flysch arenaceo: arenarie grigie, grigio-azzurrognole, generalmente molto compatte, quarzoso-feldspatiche, a stratificazione decimetrica, talora in banchi dello spessore di oltre un metro, localmente con interstrati millimetrici-centimetrici argillitici o marnosi.

Età: Eocene p.p.

Membro di Opicina: sono riconoscibili due parti:

- parte inferiore: calcari grigi grossolani, compatti, molto fossiliferi; stratificazione poco evidente con periodo pluridecimetrico.

Età: Paleocene p.p. – Eocene inf.

- parte superiore: calcari grigi, marnosi, talvolta con selce nella parte sommitale; presenza di sporadiche lenti dolomitiche, molto fossiliferi; stratificazione massiva, con periodi pluridecimetrici nella parte sommitale.

Età: Eocene inf. p.p.

Membro di Monte Grisa: questo membro può essere suddiviso in due intervalli:

- intervallo inferiore, costituito da calcari nerastri compatti, talora bituminosi, spesso con pigmentazione rossastra, talvolta molto fossiliferi; stratificazione decimetrica evidente.

Età: Paleocene p.p.

- intervallo superiore, costituito da calcari neri, nerastri, talora grigi, molto fossiliferi; stratificazione decimetrica evidente.

Età : Paleocene p.p.

Membro di Borgo Grotta Gigante: calcari da grigio chiaro a grigio scuro a stratificazione massiva, talvolta non evidente o con periodo decimetrico/metrico. Sono molto frequenti variazioni verticali e orizzontali rappresentate da calcari nerastri compatti, talvolta laminati, molto raramente selciferi (parte superiore); normalmente molto fossiliferi.

Età: Turoniano inf. p.p. – Senoniano p.p.

In considerazione delle finalità dello studio, le unità litologiche e stratigrafiche qui descritte sono state organizzate secondo gruppi quanto più possibile omogenei per caratteristiche geomeccaniche, strutturali e/o idrogeologiche.

Con specifico riferimento alle problematiche connesse alla realizzazione delle gallerie, è opportuno distinguere il tratto che si sviluppa all'interno della successione carbonatica da quello che attraversa i terreni flyschoidi. Una situazione particolare è costituita dalla zona di transizione tra i due ambiti geologici, caratterizzata, come oltre descritto, dalla presenza di complicazioni tettoniche, la cui influenza sulla progettazione delle opere può assumere un particolare significato.

Nell'ambito delle formazioni calcaree, sono state distinte le seguenti unità litologiche (dalla più recente alla più antica):

Calcari marroncini e grigi a grosse bancate (C1):

Calcari detritici e biocostruiti marroncini e grigi in bancate massicce, da decimetriche a qualche metro, fossiliferi. Frattura da scabra a subconcoide, notevole resistenza alla rottura. Reticolo di fratturazione spaziato, generalmente decimetrico in parallelepipedi irregolari. Le fratture superficiali sono carsificate e beanti, ma già a poca profondità appaiono chiuse. Elevata predisposizione al carsismo epigeo con macro e microstrutture. Nell'area le grotte segnalate sono poco o affatto numerose, probabilmente a causa dell'inclinazione elevata degli strati e alla fratturazione. Permabilità media per fratturazione e carsismo. L'alternanza di livelli a differente litologia riduce, nel complesso, la comunicazione tra i meati della formazione.

La zona di transizione tra la successione calcarea e quella terrigena è segnata dalla presenza di un modesto intervallo di marne grigie, plumbee o azzurre (unità C0)

Calcareniti e calcari marnosi marroni e neri fittamente stratificati (C2)

Calcari micritici, calcareniti a cemento spatico, calcari microdetritici di colore bruno, nerastri, fetidi alla rottura, con frattura da scabra a subconcoide. I litotipi richiedono alla rottura alcuni colpi alla percussione con il martello con, peraltro, un modesto rimbalzo elastico. I materiali presentano comportamento fragile alla scala mesostrutturale, il quale ha generato un reticolo di fratturazione spaziato mediamente tra i 20 e i 60 cm; le fratture superficiali sono poco o punto carsificate. Bassa predisposizione al carsismo epigeo; sono presenti difatti poche macro e microstrutture. Nell'area le grotte segnalate in questa formazione sono scarse. Permeabilità media per fratturazione e carsismo. L'alternanza di livelli a differente litologia riduce, nel complesso, la comunicazione tra i meati della formazione.

Calcari neri fittamente stratificati (C3)

Calcareniti marnose di colore nerastro e ocraceo, fittamente stratificate (10-30 cm) particolarmente concentrate in uno spessore di circa 20 cm al tetto della formazione, alternate a calcari marnosi, da micritici a microdetritici, neri, fetidi a luoghi fittamente laminati. Entrambi i litotipi si rompono facilmente alla percussione con il martello con un modesto rimbalzo elastico. I materiali presentano comportamento fragile alla scala mesostrutturale, il quale ha generato un reticolo di fratturazione spaziato mediamente tra i 15 e i 30 cm; le fratture superficiali sono poco o punto carsificate. Bassa predisposizione al carsismo epigeo; sono presenti poche macro e microstrutture. Nell'area le grotte segnalate in questa formazione sono poche e prossime al limite con la formazione sottostante. Permeabilità media per fratturazione e carsismo. L'alternanza di livelli a differente litologia riduce, nel complesso, la comunicazione tra i meati della formazione.

Calcari biancastri e marroncini stratificati e in grosse bancate (C4)

La formazione si distingue in due litologie maggiormente ricorrenti ma tra loro intercalate. Una porzione superiore costituita da calcareniti e calcari detritici organogeni, grigi, marroncini e biancastri, in stratificazione decimetrica (35-60 cm) e a luoghi massiccia. Frattura scabra e risposta alla percussione del martello molto elastica; rottura della roccia difficoltosa e produzione di molte schegge. Una porzione inferiore costituita da calcari micritici di colore grigio, marroncino, con intercalazioni di calcari detritici e microdetritici, a frattura da scabra a su concoide, con intercalazioni di calcari neri. La stratificazione è regolare e mediamente decimetrica (20-60 cm). Molto resistenti alla percussione con il martello.

Predisposizione alla carsificabilità elevata sia nelle forme micro e macro epigee (frequentissime doline, inghiottitoi), sia ipogee, con la presenza di cavità anche di notevoli dimensioni. Fitto reticolo di fratturazione generalmente decimetrico; le fratture superficiali sono generalmente molto carsificate, ma già a profondità modeste (qualche metro), come si riscontra dai tagli stradali, sono tendenzialmente chiuse. Permeabilità alta per carsismo

Per quanto attiene al Flysch, fatta eccezione per la facies francamente arenacea, che presenta una notevole monotonia litologica, il resto della successione è costituito da un'alternanza di strati arenacei, pelitici (argillosi) e marnosi estremamente variabile per granulometria, spessore degli strati e rapporto tra la porzione arenacea e quella pelitica.

La scarsa continuità degli affioramenti cui si è già accennato non consente una ricostruzione precisa dell'intera sequenza, considerato anche che tale formazione, per la propria natura deposizionale, possiede una marcata variabilità nella alternanza degli strati, sia in senso orizzontale che verticale.

Per la ricostruzione dettagliata della sequenza stratigrafica e la definizione del rapporto tra la frazione arenacea e quella pelitica, ove necessario, saranno pertanto indispensabili analisi puntuali per mezzo di prospezioni meccaniche.

In via preliminare, è stato comunque possibile ipotizzare, per mezzo dell'analisi delle facies sedimentologiche, il trend generale delle alternanze tra le frazioni arenacee e quelle pelitiche, trend che può ritenersi indicativo del loro rapporto medio alla scala del bacino sedimentario.

Sulla base dei rilievi effettuati sono state distinte le seguenti associazioni:

Associazione Arenacea (A1)

La formazione è composta da una monotona alternanza di arenarie grigie da grossolane a medie in strati regolari dello spessore in genere compreso tra i 60 e i 150 cm.

Rapporto Ar/Pe: da 7/1 a 10/1

Associazione Arenaceo-Pelitica (A2)

Alternanza ciclica di strati arenacei e pelitici in rapporto reciproco variabile, sempre a favore della porzione arenacea.

Rapporto Ar/Pe: in genere variabile da 5/1 (A2.1) a 5/3 (A2.2)

Associazione Pelitico-Arenacea (A3)

Alternanza ciclica di strati pelitici e arenacei in reciproco rapporto variabile ma sempre a favore della porzione pelitica.

Rapporto Pe/Ar: in genere variabile da 5/1 a 5/2

In particolare, l'associazione di tipo A1 corrisponde al Flysch arenaceo e si rinviene, in continuità stratigrafica o per contatto tettonico, nei settori più interni posti in prossimità della fascia di transizione con il plateau carsico (vedere tav. R-1-001). L'associazione di tipo A2 e quella di tipo A3 corrispondono al Flysch marnoso-arenaceo, che affiora con continuità nell'area urbana di Trieste. Una stima di prima approssimazione delle percentuali relative di queste associazioni lungo l'intera tratta può essere: A2.1 70%, A2.2 20% e A3 10%. Occorre infine rimarcare la presenza di un fronte di alterazione del Flysch, di spessore variabile da pochi metri fino ad un massimo di circa 15÷20 m, in genere sede di falda idrica superficiale.

4.1.2. Tettonica

Strutturalmente, le unità stratigrafiche descritte risultano giustapposte secondo un sistema complesso di sovrascorrimento, con andamento NO-SE (dinarico), a causa del quale la porzione carbonatica (più antica) è stata sovrapposta a quella terrigena (più recente).

In particolare, le unità carbonatiche costituiscono il fianco occidentale di una grande piega (anticlinale del Carso), caratterizzata da un asse prevalente secondo SE-NO. L'assetto giaciturale degli ammassi rocciosi nell'area in studio è pertanto impostato ad una complessiva monoclinale, con immersione media verso SO ed inclinazioni progressivamente crescenti dall'interno verso la costa: da circa 15°-20° in corrispondenza dell'allineamento tra Pedriciano e Opicina fino a oltre 50° in prossimità della transizione con il Flysch.

Detta transizione, inizialmente di tipo stratigrafico, con generale concordanza nella giacitura degli strati, si suppone successivamente di natura tettonica (sovrascorrimento). La porzione arenacea del flysch, stratigraficamente inferiore a quella arenaceo-marnosa, risulta difatti localizzata a quote maggiori.

Tale situazione, giustificata da vari autori mediante un sistema di faglie inverse a basso angolo con andamento SE-NO, potrebbe peraltro essere spiegata anche ipotizzando un sistema plicativo molto serrato. Nell'area esaminata le evidenze di tale sovrascorrimento sono infatti scarse sia, come già osservato, per la scarsità di affioramenti esaustivi sia per la mancanza di indizi mesostrutturali certi, o più semplicemente, per la generale monotonia dello stato di fratturazione dei materiali.

Poiché la differenza nello stile tettonico può risultare determinante per lo stato tensionale in sito, esso dovrà essere attentamente ricostruito mediante indagini specifiche nelle successive fasi della progettazione.

L'assetto tettonico dell'area flyschoide duttile si manifesta con macrostrutture plicative con blando andamento "sinclinalico" e "anticlinalico", associate a mesostrutture, in genere non cartografabili, che articolano la geometria alla scala dell'affioramento. Le pieghe mesostrutturali sono essenzialmente cilindriche a largo raggio, subordinate si riscontrano geometrie chevron, mentre frequenti sono gli slumping intraformazionali, ad ingannare l'evidenza di una tettonica più tormentata del reale. Talvolta gli interstrati argillosi sono budinati o con strutture di taglio.

4.1.3. Idrogeologia

In termini schematici, l'assetto idrogeologico dell'area si può suddividere in due settori, con caratteristiche profondamente distinte: quello relativa ai calcari e quello dei depositi terrigeni.

Complessi calcarei

Nelle formazioni calcaree l'assetto idrogeologico è condizionato dal carsimo. La circolazione dell'acqua è concentrata sui livelli di base collegati a quello del mare ed avviene attraverso un complesso sistema di cavità carsiche che vanno dalle più semplici fessure beanti e pozzi di piccolo diametro fino ai sistemi di grandi gallerie e grotte.

In queste zone l'infiltrazione delle acque meteoriche è elevatissima, mentre è pressoché nullo il ruscellamento superficiale.

Complessi flyschoidi

Tali complessi sono generalmente poco permeabili per fratturazione o addirittura impermeabili in corrispondenza degli orizzonti fini.

Il complesso arenaceo è poco permeabile per fratturazione e contiene alcune sorgenti, sparse a diversi livelli topografici e alimentate, potenzialmente, da falde contenute nella formazione.

Le altre formazioni terrigene sono meno permeabili; esse possono contenere piccole falde sospese che possono manifestarsi con stillicidi o modeste venute d'acqua.

La modalità di circolazione più frequente è rappresentata dallo scorrimento di falde superficiali intestate nella coltre superficiale di alterazione più permeabile della formazione, soprattutto nei primi metri dalla superficie.

4.1.4. Sismicità

La sismicità dell'area in esame è da ritenersi complessivamente bassa. La città di Trieste non risulta infatti compresa tra i comuni classificati sismici ai sensi della vigente normativa nazionale né risulta inserita nella proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale recentemente elaborata dal Servizio Sismico Nazionale (1998).

Secondo uno studio condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica sulla base di dati provenienti da tutti i cataloghi sismici disponibili in Italia per gli ultimi duemila anni (Boschi et al., 1995), la zona ha comunque testimoniato una intensità macrosismica massima pari al VII grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg.

Per approfondimenti si rimanda alla relazione geologica di progetto.

4.1.5. Prime valutazioni sulla fattibilità tecnica degli interventi

Sulla base della documentazione raccolta ed alla luce dei rilievi effettuati, è possibile riassumere quanto segue:

- le rocce carbonatiche affioranti nell'area del Carso appaiono dotate, in generale, di complessive buone caratteristiche geomeccaniche. Ciò ai fini sia della stabilità dei fronti di scavo/trincee sia della stabilità del cavo;
- per contro, soprattutto nella tratta che interessa la sequenza cretacea (unità litologica C4, Membro di Borgo Grotta Gigante), la presenza di un diffuso carsismo ipogeo costituisce un elemento di attenzione ai fini sia della stabilità in avanzamento che della protezione della falda carsica da inquinamenti;
- la zona di transizione stratigrafica tra la successione carbonatica e quella terrigena

(meno permeabile o impermeabile) può rappresentare un punto delicato sotto il profilo idrogeologico. Essa dovrà pertanto essere dettagliatamente investigata nell'ambito della successiva fase di progettazione;

- le rocce che formano il complesso flyschoidale, pur se caratterizzate da mediocri parametri geomeccanici a scala di ammasso, non dovrebbero presentare particolari problemi in fase di scavo della galleria. Le proprietà dell'ammasso risultano progressivamente peggiori passando dalle unità di tipo A1 a quelle di tipo A3. Solo queste ultime, soprattutto se in presenza di acqua, possono implicare qualche problema di stabilità;
- è peraltro noto che le rocce flyschoidali, se profondamente alterate, perdono molte delle proprietà meccaniche tipiche degli ammassi rocciosi fratturati, assumendo un comportamento meccanico affine a quello dei terreni. È questa la situazione che, almeno in parte, potrà presentarsi in corrispondenza dei tratti di galleria a bassa copertura e nelle aree degli imbocchi;
- sotto il profilo geologico strutturale, il tracciato in progetto potrebbe interferire in più punti con un sistema (ipotizzato) di faglie a basso angolo (sovrascorrimento dell'unità A1 sulla unità A2). Non sono al momento disponibili sondaggi profondi che possano definitivamente confermare questa ipotesi (ubicazione rispetto alla galleria, estensione e profondità della fascia tettonizzata). Anche questo aspetto dovrà essere dettagliatamente investigato nell'ambito della successiva fase di progettazione poiché potrebbe implicare specifiche difficoltà di avanzamento in relazione all'elevato degrado delle formazioni nella zona di contatto.

4.2. Sistema vincolistico

4.2.1. Documentazione analizzata

Per l'analisi dei vincoli è stato consultato il Bollettino ufficiale della Regione Friuli Venezia Giulia del 18. 10.1994, che contiene la delibera di giunta comunale di definitiva approvazione e pubblicazione della Legge Regionale 55/1991, articolo 134: ricognizione dei vincoli esistenti e posti per gli effetti dell'articolo 1 della Legge 1497/39¹. Nel bollettino, oltre all'elenco dei beni, sono contenute le carte 1:25.000 con l'individuazione delle aree di tutela. Sono state inoltre analizzate le carte allegare al PRG di Trieste², che riportano i vincoli della L.1089/39, L.1497/39, L.431/85 (tali leggi sono state sostituite dal D.L. 490/99), il vincolo idrogeologico L. 3267/23. La ricognizione dei vincoli è stata completata con la consultazione degli elenchi delle grotte tutelate con vincolo paesaggistico.

4.2.2. Analisi dei vincoli presenti sul territorio

Nel territorio triestino si trova la massima concentrazione di aree vincolate in base al titolo 2 – Beni paesaggistici ed ambientali del D.L. 490/99, art. 139 – Beni soggetti a tutela. Rispetto al tracciato in esame, tale vincolo è presente in corrispondenza degli svincoli di via Giusti, via Moreri, dell'Università e della Rotonda del Boschetto. Relativamente alle zone tutelate dall'art. 146 – Beni tutelati per legge: territori costieri (fascia di 300 metri dalla battigia) e territori contermini ai fiumi (fascia di 150m), i tratti allo scoperto del tracciato, intercettano tali aree in prossimità dello svincolo con viale Miramare, del viadotto Cumano e dello svincolo con la Grande Viabilità Triestina. Per quanto riguarda le centrali di ventilazione, (tutte parzialmente o integralmente interrato,

¹ Oggi sostituita dal D.L. 490/99 – Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali

ma con fuoriuscita dei camini di ventilazione), si segnalano le seguenti interferenze: la centrale CV1, interessa un ambito boscato coperto da tutela ambientale, la centrale CV2, pur occupando parte dello scalo ferroviario è compresa nella fascia costiera e quindi ricade in area vincolata, la centrale CV3 ricade in un'area con vocazione agricolo forestale a valenza ambientale, tutelata dall'art. 139 del D.L.490/99, ed infine la centrale di ventilazione CV4, ricade in un'area interessata da attività portuali posta sulla fascia costiera e pertanto vincolata dall'art. 146 del D.L. 490/99.

Riguardo il vincolo paesaggistico sono da segnalare alcune grotte tutelate in prossimità dello svincolo di interconnessione con l'autostrada A4, poste nel comune di Sgonico.

In base alla documentazione esaminata il tracciato di progetto, non risulta interferire con aree archeologiche vincolate.

E' invece da segnalare l'interferenza con il vincolo cimiteriale del cimitero Sant'Anna in corrispondenza dello svincolo con via Valmaura.

4.2.3. Rilascio delle autorizzazioni

Per le opere da eseguirsi da parte di amministrazioni statali, l'art. 156 del D.L. 490/99 prevede che l'autorizzazione venga rilasciata dal Ministero dei Beni e delle attività culturali secondo le procedure previste dall'art. 26, che riguarda la procedura di valutazione di impatto ambientale.

² PRG - Variante Generale n.66 di Revisione e adeguamento del PURG approvata con DC n.37 dd.15.4.1997 DPGR 0300/Pres.dd. 23.9.1997 sentenza del consiglio di stato depositata il 2.12.1999

5. MODALITÀ DI ACQUISIZIONE DELLE AREE E IMMOBILI DA UTILIZZARE E PREVEDIBILI ONERI

La valutazione degli immobili da espropriare per la realizzazione della penetrazione nord di Trieste (collegamento in galleria da Prosecco al porto vecchio e sottopasso della città per riallaccio alla grande viabilità triestina) tiene conto dell'ormai prossima entrata in vigore del "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di espropriazione per pubblica utilità" (D.P.R. 8 giugno 2001, n.327), modificato ed integrato dal D.Leg.vo 27 dicembre 2002, n. 302.

Il Testo unico riordina una complessa normativa prima sparsa in numerose leggi e sentenze della Corte Costituzionale in un solo testo che, al di là di qualche procedimento un po' macchinoso, presenta il vantaggio della chiarezza applicativa.

Relativamente alla valutazione degli immobili da espropriare va detto che il Testo unico ripropone la distinzione tra aree edificabili (che nella Legge 865/1971 stabiliva fossero quelle poste all'interno dei centri abitati, ossia quelle con possibilità edificatoria) ed aree agricole (cioè sempre per la Legge 865/1971, quelle poste al di fuori dei centri abitati), connettendo a ciascuna di esse il differente criterio di computo dell'indennizzo e non prevedendo la possibilità di una figura alternativa a questa rigida bipartizione.

5.1. Modalità di calcolo dell'indennità di esproprio per le aree edificabili

Nel caso di area edificabile l'indennità viene determinata sulla media aritmetica tra il valore di mercato e il coacervo decennale del reddito dominicale rivalutato, il tutto ridotto del 40 %. Nel caso di cessione volontaria non si applica la decurtazione del 40%.

Nel caso di area edificata l'indennità viene calcolata sul valore venale.

A tali valori si aggiungono i fabbricati (di civile abitazione, industriali, commerciali, ecc.) e manufatti vari (tettoie, recinzioni, pavimentazioni, ecc.) calcolati al valore venale.

5.2. Modalità di calcolo dell'indennità di esproprio per le aree agricole

Per le aree agricole, sin dalla Legge 865/1971, si corrisponde per la relativa elaborazione, un'indennità pari al relativo valore agricolo medio riferito alla coltura effettivamente praticata.

Tali valori sono fissati annualmente dalle apposite Commissioni Provinciali Espropri.

In caso di cessione bonaria il valore agricolo medio può essere incrementato fino al 50%; al proprietario coltivatore diretto il valore agricolo medio viene triplicato, a compenso dei danni indiretti che l'azienda agricola (di cui il terreno espropriato fa parte) subisce.

Al conduttore del terreno agricolo spetta un'indennizzo pari al valore agricolo medio, non incrementabile.

In pratica per queste due ultime categorie di beni l'indennità di espropriazione non si discosta dal criterio di cui alla legge fondamentale 2359/1865, anzi in molti casi è maggiore del valore di mercato dei beni, liberi da vincoli fittalizi e in molti casi privi di fabbricati rurali.

In caso di espropriazione di un fondo intero con fabbricati rurali, l'espropriazione del terreno viene calcolata con i valori agricoli medi e per i fabbricati rurali viene calcolata l'indennità in base al relativo costo deprezzato.

E' notorio invece che i fondi agricoli vengono contrattati in regime di libero mercato in base alla misura locale di superficie sul mercato ordinario, comprendendo nel prezzo unitario anche il valore di fabbricati rurali che sono strumentali per il conseguimento del reddito e quindi considerati compresi nel valore intrinseco del terreno anche dalle norme fiscali.

5.3. Ricerche e fonti di riferimento

Le fonti di riferimento a cui si è fatto ricorso hanno un attendibilità abbastanza elevata, trattandosi di professionisti e operatori del settore immobiliare che hanno consentito di risalire a valori accertati di suoli compravenduti e ai valori di mercato attuali.

Si è inoltre fatto ricorso ai valori agricoli medi dalle tabelle delle Commissioni Provinciali Espropri, in funzione della coltura prevalente e della regione agraria in cui si trovano gli immobili.

5.4. Valutazione

La costruzione dell'opera in esame richiede l'espropriazione (mediante acquisizione o asservimento) di terreni posti nelle zone in cui verranno realizzati gli svincoli, prevedendo pertanto l'occupazione di una superficie pari a mq. 318.798, ricadenti nel territorio dei Comuni di Sgonico e di Trieste, in Provincia di Trieste. In particolare i terreni in oggetto ricadono in area esterna al centro edificato per circa il 42 % e per il rimanente 58 % in aree comprese in zone urbanizzate, artigianali – commerciali – industriali e/o di interesse collettivo.

Al valore come sopra determinato si sono aggiunti gli oneri che si stimano essere necessari quale l'indennità di occupazione, gli indennizzi per la demolizione di

fabbricati di vario tipo (civile abitazione, industriali/artigianali, baracche, ecc.), per sistemazioni provvisorie, per riduzioni temporanee di attività lavorative e deprezzamenti, nonché per gli oneri accessori occorrenti all'acquisizione degli immobili. Rimane inteso che il riferimento è sempre ai valori correnti attuali.

Pertanto, il costo complessivo per le espropriazioni per la costruzione della penetrazione nord di Trieste (collegamento in galleria da Prosecco al porto vecchio e sottopasso della città per riallaccio alla grande viabilità triestina) è valutato in Euro 11.788.000,00.-.

6. INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELLA VIABILITÀ

Per la redazione del progetto definitivo occorre predisporre un rilievo aerofotogrammetrico restituito in scala minima 1:2000; il rilievo dovrà essere tridimensionale.

Dovrà inoltre essere prevista una campagna di rilievi a terra atta a definire:

- l'andamento del terreno nelle zone di svincolo e di imbocco
- l'andamento plano-altimetrico di tutte le linee ferroviarie interferite, sia all'aperto che in sotterraneo
- le interferenze idrauliche superficiali rilevando le quote di fondo degli alvei e le sezioni trasversali degli stessi
- dimensioni e profondità delle fondazioni degli edifici in prossimità delle aree di intervento

per le opere d'arte esistenti tutte le caratteristiche geometriche nonché le quote di fondo scorrevole per le opere idrauliche.

I rilievi saranno eseguiti in conformità alle specifiche ANAS relative ad un progetto di similare importanza.

Il progetto dovrà essere composto da planimetrie generali di progetto in scala 1:2000 e da profili in scala 1:2000/200. Per quanto riguarda gli interventi puntuali (svincoli o imbocchi) si predisporranno planimetrie in scala minima 1:1000 e profili 1:1000/100.

Per i tratti all'aperto si redigeranno sezioni trasversali in scala 1:200 con interdistanza massima 50 m.

Per quanto riguarda gli aspetti geologico-geotecnici, nella fase di progettazione definitiva dovranno essere adeguatamente sviluppati i seguenti aspetti:

1. studio delle interferenze con il sistema carsico sia per quanto riguarda la presenza di cavità, sia per quanto relativo alla circolazione idrica sotterranea.
Dovranno essere privilegiate le tecniche di indagine geofisica e per maggiori profondità le prospezioni dirette
2. nella fascia di contatto tra unità carbonatiche e flyschoidi (zona di svincolo intervalliva/penetrazione nord), dovranno essere svolti approfonditi rilievi di superficie e sotterranei mediante prospezioni meccaniche finalizzate alla puntuale localizzazione delle zone di transizione, alla verifica del modello tettonico (piega?/piega faglia?/faglia?) di contatto tra le unità geologiche e conseguentemente alla definizione dello stato tensionale in sito.
3. nelle aree in cui la galleria corre presumibilmente in corrispondenza del contatto fra l'unità marnoso-arenacea e quella arenacea, dovranno essere svolte approfondite indagini meccaniche finalizzate alla localizzazione del passaggio dall'una all'altra formazione (in relazione a quella della galleria), alla verifica dell'effettivo stato di fratturazione ed alla dislocazione delle unità stesse
4. lungo il tracciato della tratta intervalliva dovranno essere eseguite prospezioni geognostiche dirette ed indirette finalizzate alla definizione dello spessore della coltre di alterazione del flysch, all'individuazione della presenza di circolazione idrica sotterranea ed alla caratterizzazione geomeccanica dei materiali. Ciò con

particolare riguardo alle aree di imbocco e di interferenza con strutture sovrastanti

Dovranno essere inoltre eseguiti gli opportuni rilievi in sito per la verifica della presenza di gas anche nelle tratte con basse coperture.

5. in particolare, per l'imbocco Miramare, dovranno essere eseguite prospezioni geognostiche dirette finalizzate alla verifica degli spessori, della natura e delle caratteristiche meccaniche dei riporti, sicuramente presenti in sito.

In base a tali considerazioni, il piano delle caratterizzazione geologica, geotecnica e geomeccanica del progetto definitivo dovrà, indicativamente, prevedere le seguenti indagini:

- approfondimento del rilievo geologico e geomeccanico di superficie
- realizzazione di una campagna di sondaggi a carotaggio continuo. Particolare attenzione dovrà essere dedicata al tipo di attrezzo più adatto per il carotaggio dei livelli lapidei tenendo conto della diversa natura delle rocce calcaree e flyschoidi e della necessità di minimizzare i disturbi di perforazione.

L'ubicazione dei sondaggi dovrà essere stabilita avendo particolare attenzione agli imbocchi delle gallerie naturali, alla posizione dei manufatti all'aperto con riferimento ai viadotti, alle opere di sostegno e relativi tiranti ed alle tratte in galleria artificiale, ai punti singolari delle gallerie (tratte a bassa copertura, presenza di interferenze con edifici e altre opere esistenti) ed all'analisi degli aspetti "critici" del progetto sopra evidenziati.

- nel corso dell'esecuzione dei sondaggi, nei tratti non lapidei, è da prevedersi la realizzazione di prove dinamiche tipo SPT ogni 1.50 m in avanzamento a fondo

foro.

All'interno dei fori di sondaggio, in corrispondenza dei tratti in roccia, è opportuno prevedere l'esecuzione di prove di permeabilità Lugeon, pressiometriche (indicativamente n.1 prova di ciascun tipo ogni 5m di sondaggio) e di prove per la misurazione dello stato tensionale in situ (USBM/CSIRO). Al termine dei sondaggi si procederà, più o meno sistematicamente, all'installazione di piezometri al fine di individuare l'eventuale superficie freatica e le sue oscillazioni nel tempo (devono prevedersi prove di laboratorio per la determinazione dell'aggressività dell'acqua).

- nel corso dei sondaggi dovranno venire prelevati dei campioni di terreno (di massima rimaneggiati in ragione della granulometria prevalentemente grossolana dei terreni sciolti di copertura) e roccia da sottoporre a prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio atte ad individuarne le caratteristiche fisiche e i principali parametri di resistenza al taglio e compressibilità (granulometrie ed indici fisici, analisi petrografiche e raggi X, prove di compressione monoassiale e triassiali, point load, prove di taglio su giunti e prove di perforabilità).

È da prevedersi, in linea di massima, il prelievo di n.1 campione per ogni 5m di sondaggio nei tratti a carotaggio continuo di cui una parte sarà sottoposta a prova di laboratorio.

- realizzazione di un'indagine sismica a rifrazione in corrispondenza degli imbocchi e delle tratte all'aperto, con sezioni trasversali e longitudinali.

Tale indagine consentirà di definire limiti laterali e verticali della eventuale fascia di materiale alterato o sciolto presente in tali zone. L'interpretazione delle

verifiche indirette sarà sempre da farsi confrontando i profili ottenuti con i dati diretti acquisiti con i sondaggi

- realizzazione di un'indagine sismica ad alta risoluzione di tipo a riflessione. Tale indagine di tipo indiretto, svolta lungo l'asse longitudinale del tracciato nelle tratte di contatto fra diverse unità geologiche aiuterà a ubicare con maggiore esattezza in profondità le superfici di passaggio, intersecate dai sondaggi.
- nell'unità carsica sono da prevedersi delle ulteriori indagini di tipo geofisico per l'individuazione delle cavità presenti (tomografia, microgravimetria)

Nella progettazione delle opere di sostegno, in particolare per le paratie, dovranno essere attentamente definiti i profili stratigrafici di riferimento e le caratteristiche meccaniche dei materiali di ciascuna formazione principale comprese quelle degli strati all'interno dei quali si intende ancorare la parte attiva dei tiranti. Su questa base sarà possibile sviluppare in maniera affidabile tutti i calcoli di stabilità necessari per definire la geometria delle opere e le armature necessarie.

Per le fondazioni dei viadotti si dovrà essere definire lo schema stratigrafico in corrispondenza di ciascun appoggio e i parametri geotecnici delle varie fondazioni presenti in base ad un'attenta interpretazione dei risultati delle indagini. Si potrà confermare se la scelta delle fondazioni a pozzo è effettivamente quella più interessante dal punto di vista costruttivo e scegliere con adeguata precisione la relativa quota di imposta.

6.1. Monitoraggio

Considerato il contesto in cui dovrà essere realizzata l'opera in esame, ed in special modo le relative problematiche di ordine tecnico ed ambientale, si dovrà predisporre un accurato sistema di monitoraggio, che, in corso d'opera ed eventualmente ad opera

ultimata, consenta la valutazione degli andamenti dei vari parametri misurati, in relazione alle tecnologie utilizzate, alle fasi esecutive, ai materiali scelti ed alle geometrie in gioco.

Come obiettivo del monitoraggio, oltre alla verifica in corso d'opera della rispondenza tra comportamento reale e comportamento ipotizzato in fase di progettazione e di calcolo, deve porsi la valutazione del grado di sicurezza, sia dell'opera che del personale addetto alla sua costruzione, oltre che dei fabbricati e delle strutture prossimi alle aree di cantiere e/o al tracciato delle gallerie ed alle opere civili.

A tale scopo, per i parametri di cui si ritiene necessario il controllo e la misura, dovranno essere fissate delle soglie di attenzione e di allarme, la cui rilevazione e gestione, con apposita procedura, consentirà la taratura in corso d'opera delle fasi esecutive e/o di quanto altro necessario a riportare le condizioni verso quelle ipotizzate (di sicurezza).

Gli aspetti che ci si prefigge di osservare e valutare, riguardanti prevalentemente le interazioni delle strutture con il terreno, sono i seguenti:

- cedimenti sulla superficie topografica;
- deformazioni nell'ammasso, sia nell'immediato intorno del cavo che nei diversi strati di terreno tra la superficie topografica e lo stesso cavo;
- comportamento tenso-deformativo della struttura, in relazione alle diverse componenti costruttive e geometriche, a breve e lungo termine;
- variazioni degli eventuali livelli idrici;
- monitoraggio chimico-fisico dei terreni di smarino.

Anche le opere civili e le loro parti strutturali saranno sottoposte a controllo, prevedendo il monitoraggio tenso-deformativo delle gallerie, dei rivestimenti in conci prefabbricati, dei pozzi, dei fabbricati e dei viadotti in adiacenza al tracciato.

Le macchine utilizzate per lo scavo dovranno essere dotate di un sistema automatico di acquisizione, registrazione e restituzione dei parametri di avanzamento e funzionamento, che dovranno confluire in tempo reale, unitamente agli altri parametri misurati, ad una centrale di controllo, dalla quale gestire gli eventuali adattamenti in corso d'opera. Dovranno inoltre essere attrezzate per permettere di eseguire un monitoraggio geognostico e/o geofisico in avanzamento così da consentire l'esame delle condizioni del terreno al fronte preventivamente allo scavo.

7. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

La fase costruttiva è stata pensata con una particolare attenzione alle ricadute ambientali. L'intenzione del proponente è quella di rendere anche il periodo dei lavori un'opportunità, in termini reddituali ed occupazionali, per la Città senza doverne subire le conseguenze che sono tipiche dei cantieri urbani quali l'ulteriore disagio alla circolazione veicolare e il conseguente impatto ambientale.

Tutta l'opera quindi è stata progettata pensando contemporaneamente a come fosse possibile realizzarla. La soluzione che viene proposta prevede la simultanea installazione di tre aree di cantiere principali ai tre terminali della infrastruttura che corrispondono alle zone di Prosecco (attacco con la A4), di Miramare (attuale parco ferroviario), dell'area industriale a ridosso della Grande Viabilità. A questi tre cantieri principali, che sovrintendono a tutte le operazioni di scavo in galleria, si aggiunge il sub-cantiere per la realizzazione del viadotto Cumano e la micro-cantierizzazione di superficie per il completamento delle lavorazioni esterne degli svincoli e delle centrali di ventilazione.

Lo scavo delle gallerie avviene con metodo tradizionale sulla Penetrazione Nord e parte contemporaneamente dai due cantieri di Prosecco e di Miramare, mentre è previsto con due "talpe" parallele sulla intervalliva partendo dall'area industriale verso Miramare.

La durata dello scavo è ipotizzata in quattro anni e mezzo dal cantiere di Prosecco e in quattro anni da quello di Miramare, mentre quella con le talpe lato area industriale dovrebbe durare poco più di tre anni. Occorre tuttavia considerare il maggior tempo necessario per l'approvvigionamento ed il montaggio delle talpe ed il successivo tempo necessario per lo scavo in tradizionale delle rampe degli svincoli, possibile solo dopo il passaggio della talpa. Come si diceva all'inizio questo apparente appesantimento finale della durata dei lavori è ampiamente giustificato dalla possibilità di non interferire

minimamente con le attività di superficie se non per le ridotte lavorazioni all'esterno degli imbocchi delle rampe degli svincoli. E' evidente che se si accettasse di scavare le rampe dall'esterno, prima dell'arrivo della talpa, si potrebbero contrarre i tempi globali di costruzione di circa un anno. In questo momento non si ritiene che il beneficio compensi adeguatamente i disagi di una cantierizzazione diffusa sul territorio e si è preferito concentrare tutte le operazioni di scavo nei tre cantieri principali su menzionati. In questa ipotesi la durata complessiva dei lavori di costruzione è di circa sei anni.

PROGRAMMA LAVORI PER MACROVOCI

ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6

Tratta in tradizionale					
Cantiere lato A4	■				
Gallerie da A4 a Miramare	■	■	■	■	■
Svincoli Miramare				■	■
Camere per EPB		■			
Cantiere via Miramare	■				
Gallerie da Miramare a A4	■	■	■	■	
Svincolo lato A4	■	■	■		
Centrale di ventilazione interrata			■	■	
Centrale di ventilazione v.Miramare	■				
Impiantistica				■	■

PROGRAMMA LAVORI PER MACROVOCI

ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6

	ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6
Tratta con EPB						
Cantiere lato GVT	█					
Approvvigionamento EPB e montaggio	█					
Gallerie da GVT a Miramare		█	█	█	█	
Traslazione su Cumano			█			
Smontaggio EPB finale					█	
Cantiere Cumano	█					
Viadotto Cumano		█	█			
Camere per EPB	█	█				
Svincolo Valmaura			█	█	█	
Imbocco svincolo Valmaura				█		
Svincolo Cumano		█	█			
Svincolo Boschetto				█	█	█
Imbocco svincolo Boschetto					█	
Svincolo Università					█	█
Imbocco svincolo Università						█
Svincolo Moreri					█	█
Imbocco svincolo Moreri						█
Svincolo Giusti					█	█
Imbocco svincolo Giusti						█
Svincolo GVT		█	█			
Centrale di ventilazione sotterranea				█	█	
Centrale di ventilazione esterna		█				
Impiantistica					█	█
Smobilizzo cantieri						█

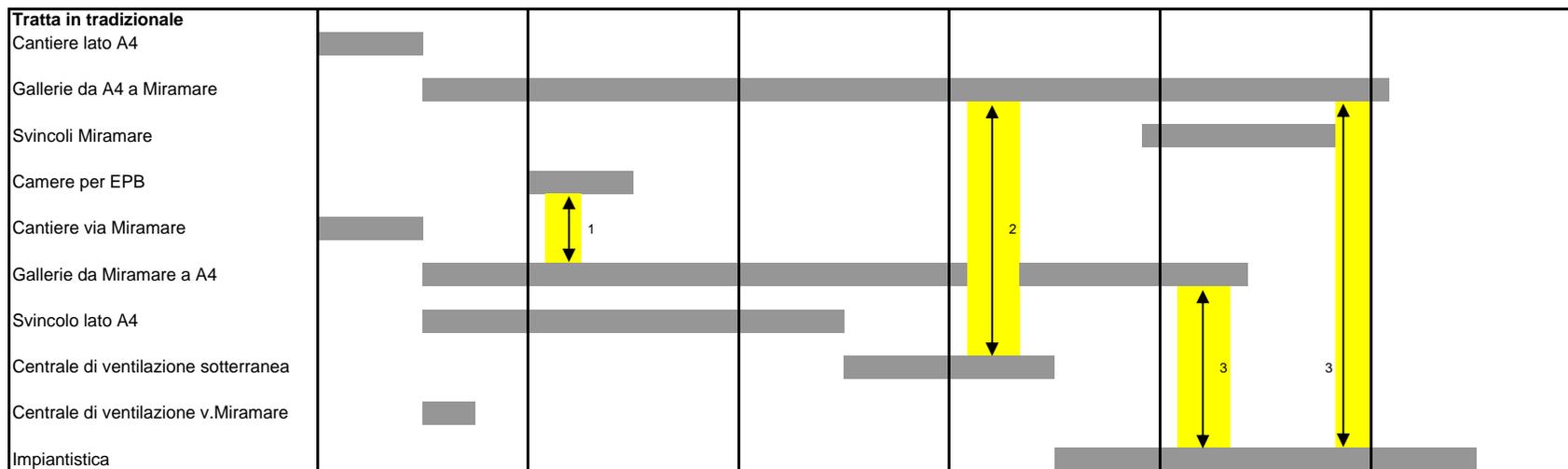
A4-MIRAMARE - IMPIEGO JUMBO PERFORATORI, ESCAVATORI, POMPE SPRITZ-BETON, CARRIFORMA

ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6

	ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6
Tratta in tradizionale						
Cantiere lato A4	█					
Gallerie da A4 a Miramare		█	█	█	█	█
Svincoli Miramare					█	
Camere per EPB		█				
Cantiere via Miramare	█					
Gallerie da Miramare a A4		█	█	█	█	
Svincolo lato A4		█	█			
Centrale di ventilazione sotterranea				█		
Centrale di ventilazione v.Miramare		█				
Impiantistica				█	█	█

PROGRAMMA DELLE INTERFERENZE PER MACROVOCI

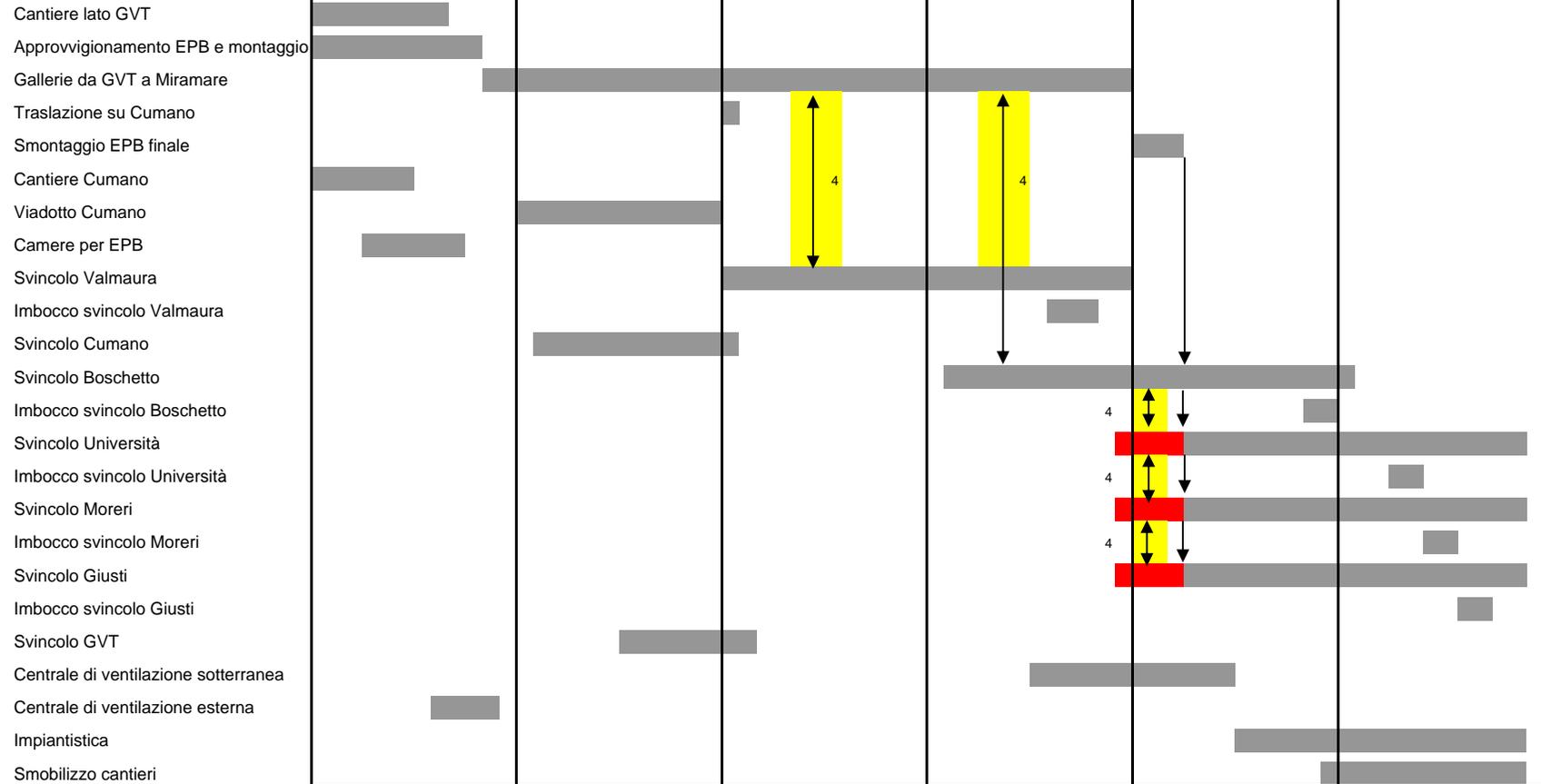
ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6



PROGRAMMA DELLE INTERFERENZE PER MACROVOCI

ANNO 1	ANNO 2	ANNO 3	ANNO 4	ANNO 5	ANNO 6

Tratta con EPB



8. INDICAZIONI SULL'ACCESSIBILITÀ

Le aree tecnologiche sono state posizionate, ove possibile, in prossimità della viabilità esistente in modo tale da garantirne la piena accessibilità per la manutenzione. Ove ciò non sia stato possibile sono state previste opportune viabilità di servizio.

Gli impianti che trovano collocazione in galleria (centrale di ventilazione del Boschetto, impianti di sollevamento, cabine elettriche, ecc.) sono accessibili dalle carreggiate della Penetrazione Nord e del Passante Intervallivo in corrispondenza dei by-pass e delle piazzole di sosta.

La centrale di ventilazione CV1 trova collocazione all'interno dell'area dello svincolo della GVT; essa risulta accessibile tramite la viabilità, prevista in progetto, che si stacca da Via Rio Primario.

La centrale di ventilazione CV3, posizionata in prossimità di Viale Miramare risulta accessibile dal viale stesso.

La centrale di ventilazione CV4 è stata posizionata lungo la S.P. 1 del Carso, risultando così facilmente accessibile dalla viabilità ordinaria.

Laddove la distanza o la differenza di quota tra le gallerie non hanno consentito di posizionare dei by-pass per la fuga in caso di emergenza, si è scelto di predisporre delle scale che portano in superficie; queste risultano facilmente accessibili o tramite la viabilità ordinaria o tramite apposite viabilità di servizio.

9. FORME E FONTI DI FINANZIAMENTO PER LA COPERTURA DELLA SPESA

L'Intesa Generale Quadro richiamata in premessa, stipulata il giorno 20 settembre 2002, presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, fra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e la Regione Friuli Venezia Giulia riconosce il carattere di "preminente interesse nazionale", fra altre infrastrutture ed opere, ai collegamenti stradali oggetto della presente progettazione.

In particolare per la Penetrazione nord di Trieste: collegamento in galleria da Prosecco al Porto Vecchio e sottopasso della città per riallaccio alla Grande Viabilità Triestina vengono indicate, nella suddetta Intesa, in 610 Meuro le risorse complessive occorrenti.

Inoltre il documento di Intesa prevede che " le risorse finanziarie occorrenti, che sono state indicate in prima fase nelle previsioni di spesa contenute nella citata Delibera CIPE del 21 .12.2001 , sono ora individuate di comune intesa in 4.430 Meuro (per tutte le infrastrutture ed opere elencate nell'Intesa-ndr), e comunque saranno rese disponibili fino alla completa realizzazione delle opere secondo gli importi che risulteranno dai quadri economici dei progetti approvati".

Dal calcolo economico della spesa risulta che l'importo complessivo dell'investimento è di 1.500 Meuro, di cui 1.300 Meuro per lavori; nell'importo dei lavori sono compresi gli oneri per la sicurezza.