

# 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 Carrus**

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  
Geotecnica 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  
IMPIANTI TECNOLOGICI**

Restatori:

00

Codifica

**I 2 801**

# **PENETRAZIONE NORD DI TRIESTE**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

**IMPIANTI TECNOLOGICI**

**Torino, lì Febbraio 2003**

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. SOLUZIONI PROPOSTE PER GLI IMPIANTI TECNOLOGICI DELLE GALLERIE PER LA PENETRAZIONE NORD.....</b>	<b>6</b>
2.1. IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA NELLE GALLERIE .....	6
2.1.1. <i>Galleria Intervalliva</i> .....	6
2.1.2. <i>Galleria Autostradale</i> .....	8
2.2. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....	11
2.3. IMPIANTO DI SEGNALETICA.....	12
2.4. IMPIANTO DI CONTROLLO ATMOSFERICO E DEL TRAFFICO.....	13
2.5. IMPIANTO DI RILEVAZIONE INCENDIO .....	13
2.6. IMPIANTO ESTINZIONE INCENDIO AD ACQUA.....	14
2.7. IMPIANTO TVCC CON IMPIANTO DI RILEVAZIONE AUTOMATICA DI INCIDENTI (D.A.I.) .....	14
2.8. IMPIANTO SOS .....	15
2.9. IMPIANTO DI RADIOTRASMISSIONE.....	16
2.10. IMPIANTO PER L'ESERCIZIO DEI LUOGHI SICURI E DEI BY-PASS DI COMUNICAZIONE FRA I DUE FORNICI .....	16
2.11. IMPIANTI ELETTRICI.....	17
2.12. IMPIANTO DI GESTIONE TECNICA CENTRALIZZATO (G.T.C.).....	20

## **ELENCO TAVOLE**

- I1003 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV1 – PIANTA
- I1004 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV1 – SEZIONE A-A
- I1005 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV2 – PIANTA
- I1006 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV2 – SEZIONE A-A
- I1007 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV3 – PIANTA CENTRALE DI VENTILAZIONE – PIANTA EDIFICIO DI PERTINENZA CENTRALE
- I1008 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV3 – SEZIONE A-A
- I1009 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV4 – PIANTA
- I1010 - CENTRALE DI VENTILAZIONE CV4 – SEZIONE A-A

## 1. PREMESSA

Il sistema di gallerie stradali proposto per la Città di Trieste e denominato “Penetrazione Nord” si compone di due gallerie, ciascuna a due fornici, di cui la prima, denominata Penetrazione autostradale ha direzione Nord (imbocco svincolo A4) - Sud (Viale Miramare) e la seconda, denominata galleria intervalliva, collega la zona di Viale Miramare con la zona di svincolo della Grande Viabilità Triestina (GVT).

La galleria intervalliva ha una lunghezza di  $\approx 9600$  m (fornice 1 da Viale Miramare a GVT) e di  $\approx 9600$  m (fornice 2 da GVT a Viale Miramare) con interposto un viadotto di  $\approx 200$  m. La galleria autostradale ha una lunghezza di  $\approx 6100$  (fornice 1 da svincolo A4 a innesto galleria intervalliva verso Viale Miramare) e  $\approx 6300$  m (fornice 2 da innesto galleria intervalliva da Viale Miramare a Svincolo A4).

Le due gallerie sono collegate mediante svincoli per cui è possibile percorrere in modo continuo le gallerie da Nord (Imbocco svincolo A4) alla GVT o viceversa, senza uscire all’aperto.

Il tutto costituisce pertanto un sistema continuo di gallerie per una lunghezza di circa 17 km, compresi gli svincoli di collegamento fra le due gallerie.

Ogni fornice è costituito da due corsie di percorrenza (marcia normale e di sorpasso) e da una corsia per fermate di emergenza per la sola galleria autostradale.

Nel seguito di questa relazione tecnica vengono esposti gli impianti tecnologici, ritenuti necessari sia alla gestione che alla sicurezza di esercizio della galleria.

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, che vengono pertanto proposti per il sistema della Penetrazione Nord 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. SOLUZIONI PROPOSTE PER GLI IMPIANTI TECNOLOGICI DELLE GALLERIE PER LA PENETRAZIONE NORD**

Viene fornita, nel seguito, una descrizione sintetica degli impianti che vengono proposti per le gallerie della Penetrazione Nord di Trieste, tenuto conto della sua complessità dovuta alla ragguardevole lunghezza, alle dimensioni geometriche, alle pendenze della carreggiata.

### **2.1. Impianto di ventilazione meccanica nelle gallerie**

Per siffatte gallerie a percorrenza unidirezionale, nelle varie condizioni previste di massimo traffico scorrevole, di traffico congestionato e di traffico bloccato, le azioni interferenti dei vari parametri fluidodinamici (resistenze passive, pistonamento dei veicoli, condizioni meteo agli imbocchi) sono tali da richiedere una ventilazione meccanica, di potenza variabile a seconda delle circostanze del traffico e della lunghezza di tronchi ventilati.

Va osservato che le due gallerie hanno una lunghezza notevole e che presentano pendenze rilevanti.

Tenute presenti le raccomandazioni in questo campo, date in sede PIARC, e le normative emanate in questi ultimi tempi in sede CEE od in corso di approvazione, è opportuno installare centrali di ventilazione dell'aria per consentire la ventilazione sanitaria della galleria, nonché per disporre della possibilità di estrazione dei fumi dalla galleria in caso di incendio.

Per una più facile comprensione del sistema di ventilazione previsto per le due gallerie si faccia riferimento allo schema funzionale allegato alla presente relazione.

#### **2.1.1. Galleria Intervalliva**

La galleria intervalliva è a sezione circolare e collega la zona di Viale Miramare con la zona GVT con due fornici a percorrenza inversa.

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 fornici 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 come indicato nelle tavole progettuali.

Ciascun tronco è servito dalla centrale di ventilazione di competenza.

La prima centrale CV1 è sistemata in prossimità della zona di imbocco lato GVT e serve i due fornici del primo tronco. Essa è parzialmente interrata.

La seconda centrale CV2 è interrata al livello dei due fornici e serve i due fornici del secondo tronco ed i due fornici del terzo tronco.

La terza centrale CV3 è sistemata nella zona di Viale Miramare, è parzialmente fuori terra e serve i due fornici del quarto tronco.

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.

I ventilatori dell'AF e dell'AV sono 4 per le centrali CV1 e CV3 (due ventilatori in parallelo per ciascun fornice servito), ed 8 per la centrale CV2 (due in parallelo per ciascun tronco di fornice servito).

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

Ciascuna batteria è disposta in volta al disotto del canale di estrazione AV e fumi ed è composta da ventilatori disposti a coppie, opportunamente intervallate lungo il fornice.

Il controllo della velocità longitudinale viene effettuato in modo automatico dal sistema centralizzato di regolazione, a seconda delle diverse situazioni che si possono verificare in caso di incendio o di esigenze della ventilazione sanitaria.

Gli svincoli 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.

### **2.1.2. Galleria Autostradale**

La galleria autostradale è a sezione semicircolare con piedritti e con arco rovescio di base. Essa collega la zona Nord (Svincolo A4) con la zona Sud (Viale Miramare).

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 notevole 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.

I canali di estrazione fumi da incendio sono dotati di serrande motorizzate come per la galleria intervalliva. Essi possono anche servire per l'estrazione di tappi di fumo dovuti a circolazione congestionata nei due fornici.

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.

Nella centrale CV4 sono sistemati :

- ventilatori del tipo assiale per la immissione dell'aria fresca per effetto Saccardo;
- ventilatori del tipo assiale per l'estrazione dei fumi da incendio;
- ventilatori di tipo assiale per l'estrazione dell'aria viziata;
- 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 interrato 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.

I ventilatori dell'AF e dell'AV per la centrale CV4 sono dodici, di cui quattro per la mandata AF per effetto Saccardo, quattro per l'estrazione abbinata dei fumi e dell'AV, quattro per la sola estrazione dei fumi.

Il controllo della velocità longitudinale viene effettuato in modo automatico dal sistema centralizzato di regolazione, a seconda delle diverse situazioni che si possono verificare in caso di incendio o di esigenze di ventilazione.

## 2.2. Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione nei due forni 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.

L'alimentazione dell'illuminazione permanente è su due circuiti trifasi più neutro, posti intercalati tra di loro. La luminanza media sul piano stradale è di  $\approx 4 \text{ cd/m}^2$  durante il giorno e di  $\approx 2 \text{ cd/m}^2$  durante la notte con rapporto di uniformità diurno superiore a 1/3.

L'illuminazione di base deve essere estesa per tutta la lunghezza dei forni ed i due circuiti possono essere alternati nel funzionamento notturno.

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.

L'accensione delle lampade deve avvenire automaticamente, controllata da appositi rilevatori di luminanza, posti all'esterno, prima degli imbocchi.

Vengono installati inoltre un impianto di illuminazione di sicurezza costituito da corpi illuminanti con lampade al sodio da 100W.

In modo analogo è prevista l'illuminazione degli svincoli di ingresso e di uscita; in tal caso gli apparecchi di illuminazione sono disposti in prossimità del centro volta della galleria in singola fila.

Per le centrali viene realizzato con impianto di illuminazione con lampade a ioduri metallici da 250 o 400 W e con lampade fluorescenti da 58 W a seconda degli ambienti.

E' prevista l'illuminazione delle cabine elettriche, del canale di estrazione dei fumi, dei by-pass carrabili e dei rifugi, di tutti i cavedi tecnici posti al di sotto del manto stradale della galleria vallino. L'illuminazione in tali ambienti è assicurata mediante corpi illuminanti con tubi fluorescenti da 58 W, alimentati mediante canaline e cavi dedicati.

L'impianto di illuminazione dei fornici è dotato di regolatori del flusso luminoso, montati in corrispondenza dei quadri elettrici di illuminazione.

### **2.3. 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).

#### **2.4. 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.

In base all'andamento dei valori di CO, NO, OP, nonché dei valori previsti od implementati (rispetto alla misura di CO, NO, OP) dal sistema di controllo per il traffico, vengono avviati i ventilatori AF ed AV a regimi diversi di portata, mediante il comando dei ventilatori con motori a frequenza variabile.

Sono stabiliti a priori in fase progettuale e successivamente sulla base della esperienza nell'esercizio della galleria, campi dei valori di CO, NO ed OP entro i quali avviene la variazione della portata dei ventilatori; ciò al fine di evitare eccessive e dannose pendolazioni ed usure nel funzionamento dei ventilatori.

#### **2.5. 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 A, B e C.

Le unità di controllo sono intercollegate tramite cavo in fibra ottica al sistema centralizzato di gestione dell'impianto del cavo rilevatore; il sistema di gestione è a sua volta collegato al sistema di gestione tecnica centralizzata (G.T.C.).

Il sistema deve essere in grado di segnalare sia una temperatura massima dell'aria in galleria, programmabile dall'operatore, sia il gradiente di temperatura. Tale caratteristica, anche in

condizioni di elevate velocità di ventilazione, consente di segnalare in modo rapido i focolai di incendio.

Il segnale di rilevazione incendio da parte del cavo sensore viene addotto dall'unità di controllo al sistema della G.T.C., che porta al segnale rosso le lanterne semaforiche e blocca il traffico all'esterno della galleria ed in galleria a monte dell'incendio rispetto al verso del traffico.

## **2.6. 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  $\approx 300 \text{ m}^3$ .

Nella centrale antincendio sono sistemate :

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

Una tubazione DN150 corre nel canale sottostante la carreggiata dal lato della corsia di emergenza. Essa alimenta le cassette UNI 45 disposte in corrispondenza del paramento della corsia di emergenza, ogni 100 m, al di sopra del marciapiede o del new jersey.

Ogni 300 m dalla tubazione DN150 si stacca un tubo che, correndo sotto la carreggiata, alimenta un idrante UNI 45, disposto nel vano antistante la via di fuga ed il by-pass carrabile.

La logica di funzionamento dell'impianto prevede che l'elettropompa pilota sia sempre in servizio per mantenere in pressione l'impianto, che l'elettropompa entri in funzione all'abbassarsi della pressione causata dall'utilizzo degli idranti, mentre la seconda pompa venga attivata qualora non entri in funzione la precedente; la seconda pompa è azionata dal motore endotermico.

Tutte le cassette UNI45 e gli idranti UNI 70 sono segnalati in galleria mediante cartelli luminosi.

## **2.7. 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.

Il sistema viene realizzato con unità di ripresa costituite da telecamere a colori ad altissima sensibilità, collocate  $\approx$  ogni 100÷150 m in prossimità della volta lungo tutto il percorso della galleria e nelle aree a questa interessate (rifugi, by-pass carrabili, cabine elettriche).

Inoltre telecamere sono installate nei rifugi (vie di fuga) per gli utenti e nei by-pass carrabili.

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.

## **2.8. 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÷300 m. Inoltre postazioni SOS sono disposte nei rifugi (vie di fuga) per gli utenti in galleria nei by-pass carrabili.

Ogni postazione dispone di :

- un pannello frontale con tre tasti retroilluminati per richieste di intervento, nonché con microfono ed altoparlante;
- due estintori a polvere da 6 kg;
- contatti di segnalazione;
- cartello luminoso bifacciale con indicazione SOS.

Sono previsti in galleria cartelli luminosi con indicazione di "SOS" e della distanza dall'armadio.

Per l'utente sono possibili :

- chiamate di emergenza sanitaria, di intervento da officina meccanica, di chiamata per incendio; le chiamate sono contraddistinte da tre pulsanti retro illuminati con appropriato simbolo grafico;
- collegamento in fonìa full-duplex presso i centri operativi, con funzione di viva voce presso la colonnina.

## **2.9. 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 ricetrasmettitore portatile, con le vetture dotate di ricetrasmettitore veicolare e con eventuali postazioni fisse.

Il sistema radiante in ciascun fornice è costituito da un cavo fessurato, con diramazione in antenna per la copertura delle zone contigue, esterne alle galleria stessa.

Le frequenze previste sono quelle della Polizia, dei VV.F. e dei Vigili Urbani, nonché la frequenza del canale isoradio.

Nei fornici il cavo fessurato viene posato sul lato della corsia di emergenza.

## **2.10. 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.

Con questo sistema di pressurizzazione i fumi dell'incendio nel fornice incidentato non entrano nel filtro e nel rifugio, nel momento in essi possono accedervi gli utenti dal fornice incidentato.

Gli utenti restano nel rifugio in attesa dei soccorsi in condizioni di sicurezza e possono successivamente accedere al fornice indenne per essere evacuati.

Le porte dei filtri e dei rifugi sono REI 120'; la loro apertura a spinta e la loro chiusura è segnalata al posto di controllo nella centrale CV3 (G.T.C.).

Sono previsti, inoltre, con passo di  $\approx 750$  m per la galleria intervalliva e di  $\approx 900$  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 a quella dei rifugi con pressurizzazione da entrambi i fornici viene fatta anche per i by-pass di comunicazione.

## **2.11. 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 delle gallerie Passante Intervallivo e Penetrazione Nord.

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.

Nelle centrali sono disposti i locali di consegna e di misura della società di erogazione dell'energia elettrica.

Ciascuna delle cabine delle centrali sono composte da :

- quadro elettrico di MT;
- trasformatori di potenza MT/BT;
- quadro generale di bassa tensione;
- quadro ventilazione per alimentazione dei ventilatori di galleria e delle serrande di centrale e di galleria per il tronco di competenza;
- quadri per gruppi convertitori a frequenza variabile nelle centrali per l'alimentazione dei ventilatori di centrale per mandata aria fresca ed estrazione aria viziata e/o fumi da incendi;
- quadro per servizi generali di centrale e di cabina (impianto di climatizzazione per centrali, carro ponte, illuminazione e f.m. di centrale e dei canali in galleria, etc.);
- quadri per impianto di illuminazione in galleria (rinforzi, sezione corrente, circuiti privilegiati e sistemi di regolazione);
- gruppi di continuità (UPS) per alimentazione degli impianti di sicurezza, di controllo, di illuminazione, in caso di mancanza rete;
- quadro di alimentazione della strumentazione per il controllo centralizzato (CO, OP, NO, anemometri, rilevazione incendio in galleria, rilevazione traffico, TVcc, rilevazione automatica di incidente, radio, SOS, sistema di gestione tecnica centralizzata (GTC), segnaletica, rilevazione fumi nelle centrali e nelle cabine, etc.) e per l'alimentazione dei servizi e di controllo per i by-pass carrabili e per le vie di fuga disposti fra i due fornici;
- quadro di alimentazione delle centrali antincendio in CV1, CV3 e CV4;

- linee elettriche di potenza e di controllo nelle centrali, nelle cabine in galleria e lungo il Tunnel.

Le cabine elettriche disposte fra i due fornici sono costituite da :

- quadro elettrico di MT;
- trasformatori di potenza MT/BT;
- quadro generale di bassa tensione;
- quadri di ventilazione per l'alimentazione dei ventilatori di galleria e delle serrande di estrazione per il tronco di galleria di competenza;
- quadro per servizi generali di cabina (impianto di climatizzazione per cabina, illuminazione e f.m. di cabina illuminazione, canali in galleria, etc.);
- quadri per impianto di illuminazione in galleria (sezione corrente, circuiti privilegiati e sistemi di regolazione);
- gruppi di continuità (UPS) per alimentazione degli impianti di sicurezza, di controllo, di illuminazione, in caso di mancanza rete;
- quadri di alimentazione della strumentazione per il controllo centralizzato (CO, OP, NO, anemometri, rilevazione incendio in galleria, rilevazione traffico, TVcc, rilevazione automatica di incidente, radio, SOS, sistema di gestione tecnica centralizzata (GTC), segnaletica, rilevazione fumi nelle centrali e nelle cabine, etc.) e per l'alimentazione dei servizi e di controllo per i by-pass carrabili e per le vie di fuga disposti fra i due fornici;
- linee elettriche di potenza e di controllo nelle cabine in galleria e lungo il Tunnel.

## **2.12. 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.

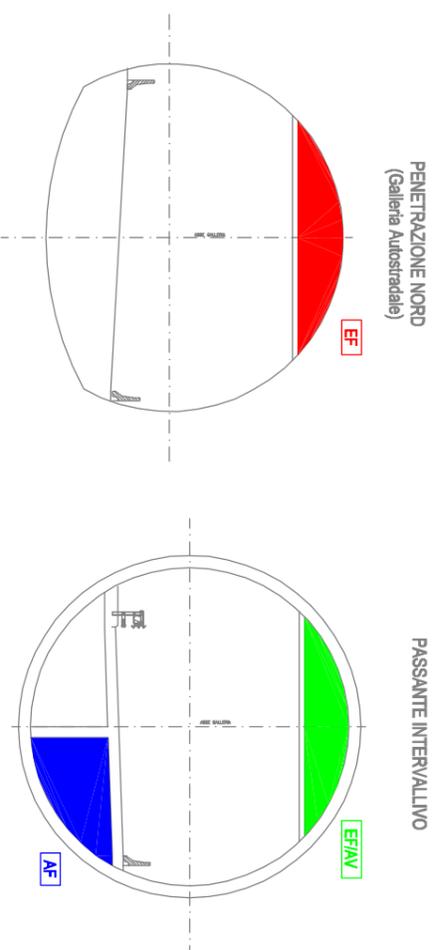
Esse sono così riassumibili :

- 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.

I principali requisiti, che il sistema deve possedere, sono :

- integrità e di sicurezza delle informazioni;
- disponibilità del sistema e possibilità di funzionare in condizioni di anomalia o degradate;
- modularità ed economicità;
- manutenibilità;
- funzionalità.

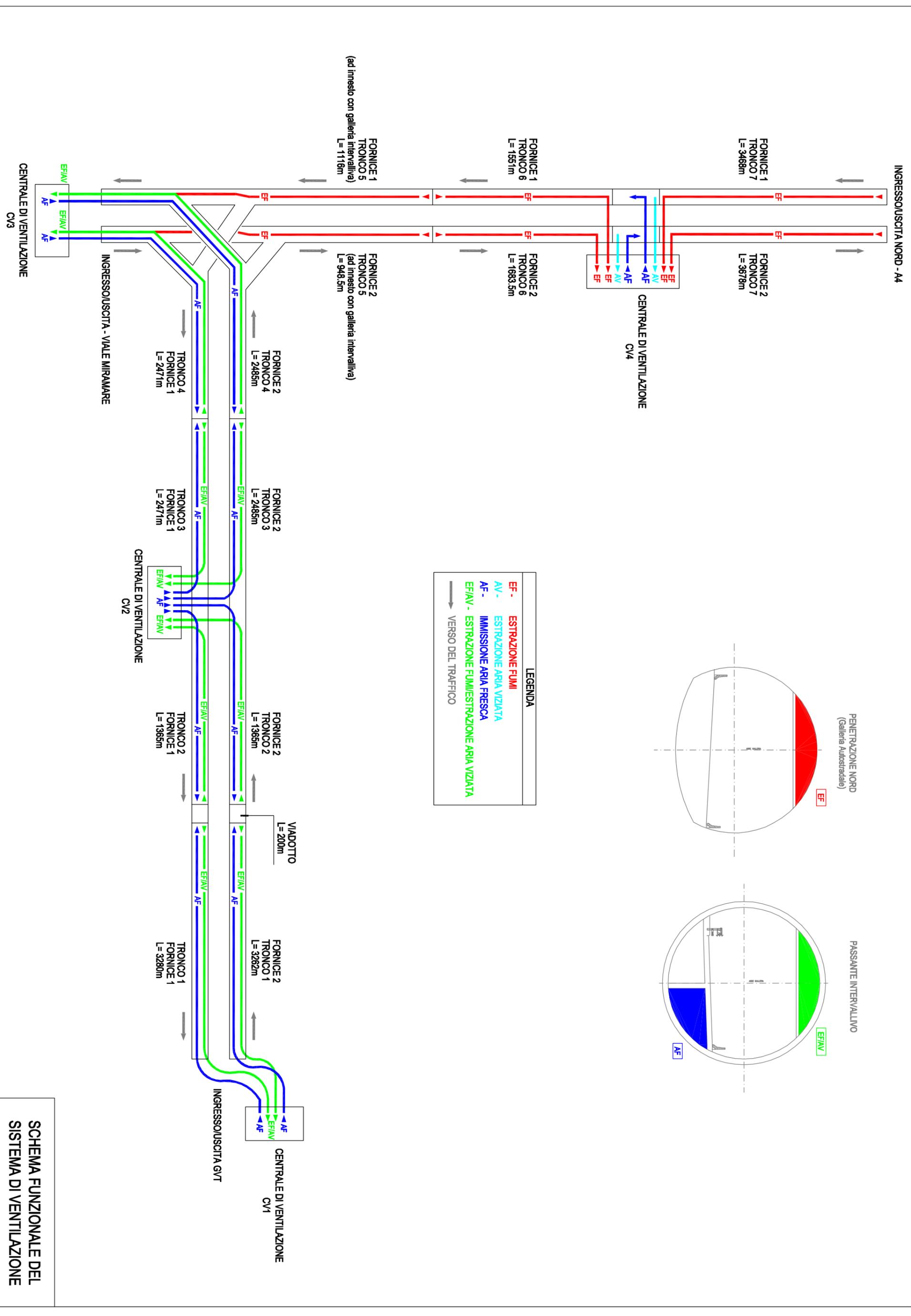
La sala comando della G.T.C. è ubicata nella centrale CV3 e ad essa fanno capo le stazioni locali di controllo (PLC) ubicate nelle centrali CV1, CV2 e CV4, nelle cabine elettriche dislocate lungo in fornici, nonché le basi remotate disposte in galleria nei canali di servizio sotto la carreggiata per la galleria intervalliva ed in apposite nicchie della galleria autostradale, nei by-pass trasversali fra i due fornici (vie di fuga e by-pass carrabili).



**LEGENDA**

EF -	ESTRAZIONE FUMI
AV -	ESTRAZIONE ARIA VIZIATA
AF -	IMMISSIONE ARIA FRESCA
EF/AV -	ESTRAZIONE FUMI/ESTRAZIONE ARIA VIZIATA

→ VERSO DEL TRAFFICO



**SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE**