

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio
COMPLETAMENTO

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

PROGETTO ESECUTIVO

cod. GE266

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè
Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca
Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Emiliano Paiella

VISSO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Fabrizio Cardone

PROTOCOLLO

DATA

IMPIANTI TECNOLOGICI

IMPIANTI MECCANICI

DOCUMENTAZIONE TECNICO/AMMINISTRATIVA

RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI

CODICE PROGETTO		NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO LIV. PROG. DPGE0266 E 20		P00IM00IMPRE01A			A	--
CODICE ELAB.		P00IM00IMPRE01				
D						
C						
B						
A	Emissione	Ottobre 2020	Ing.	Ing.	Ing.	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

SOMMARIO

INDICE DELLE TABELLE	3
1. PREMessa.....	4
2. CRITERI E SCELTE PROGETTUALI.....	5
SICUREZZA	5
CONTINUITÀ DI SERVIZIO	5
MANUTENZIONE	5
3. NORMATIVA.....	6
IGIENE E SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO	6
SICUREZZA DEGLI IMPIANTI.....	6
IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO	7
IMPIANTO VENTILAZIONE	8
4. QUALITA' DEI MATERIALI.....	9
5. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO.....	9
LOCALE DI POMPAGGIO E ACCUMULO IDRICO	10
IDRANTI UNI 45	12
IDRANTI SOTTOSUOLO UNI 70 ED ATTACCO MOTOPOMPA	12
TUBAZIONI.....	12
6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE FILTRO E CUNICOLO DI SICUREZZA.....	13
ESERCIZIO NORMALE – VENTILAZIONE SANITARIA.....	14
CONDIZIONE DI EMERGENZA.....	15
PRESSURIZZAZIONE A PORTE CHIUSE.....	15
EVACUAZIONE	16
SPEGNIMENTO INCENDIO DA PARTE DEI VIGILI DEL FUOCO	16
SISTEMA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO	17
CARATTERISTICHE DEI VENTILATORI	17
7. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LONGITUDINALE DI GALLERIA	17

<i>SISTEMA DI GESTIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE.....</i>	<i>18</i>
<i>FUNZIONAMENTO IN ESERCIZIO NORMALE.....</i>	<i>18</i>
<i>FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONE DI EMERGENZA.....</i>	<i>19</i>
<i>CARATTERISTICHE E POSIZIONAMENTO ACCELERATORI.....</i>	<i>20</i>
<i>STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO.....</i>	<i>21</i>
8. <i>IMPIANTO DI VENTILAZIONE CABINA ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE.....</i>	<i>21</i>
9. <i>ONERI VARI.....</i>	<i>22</i>

Indice delle tabelle

Tabella 1: Raccomandazioni in materia di gestione della ventilazione in caso di incendio 19

1. PREMESSA

Il presente documento nell'ambito del progetto esecutivo, "*Variante alla SS n. 1 Aurelia (Aurelia bis) - Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia - Interconnessione tra i caselli della A-12 ed il Porto di La Spezia*" costituisce parte integrante della documentazione tecnica per la realizzazione degli impianti meccanici a servizio della galleria naturale Felettino I.

La presente relazione descrive gli impianti meccanici all'interno del suddetto tratto.

Al fine di dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento ed il rispetto del livello qualitativo richiesto, quanto scritto nelle pagine seguenti illustra, con riferimento alla sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione, i criteri utilizzati per le scelte progettuali di base e per la progettazione degli impianti previsti, nonché i materiali prescelti e le caratteristiche prestazionali dei differenti equipaggiamenti che saranno installati.

I lavori impiantistici sono costituiti essenzialmente da:

- Realizzazione nuova galleria come di seguito descritta:

La galleria naturale Felettino I ha inizio al km 1+752,00, in prossimità dello svincolo di Via Buonviaggio, e termina al km 2+517,28, in prossimità dello svincolo di San Venerio. L'opera è composta da un ingresso e un'uscita del tipo a becco di flauto, parte di galleria naturale e parte artificiale, due rifugi per accedere al cunicolo di sicurezza il quale porta alla scala di emergenza, situata nel tratto di galleria artificiale, per raggiungere il piazzale di uscita. Inoltre, le quote stradali variano tra circa 53 m s.l.m. in corrispondenza dell'imbocco Sud (Svincolo San Venerio) e circa 77 m s.l.m. in corrispondenza dell'imbocco Nord (Svincolo via Buonviaggio); la pendenza media è pari al 3,29%.

- Realizzazione nuova stazione antincendio.

A servizio delle opere precedentemente indicate, le opere da realizzare a livello impiantistico meccanico saranno composte essenzialmente da:

- Impianto di ventilazione longitudinale in galleria;
- Impianto di ventilazione filtri a prova di fumo e cunicolo di sicurezza;
- Impianto idrico-antincendio;
- Impianto di condizionamento e ventilazione cabina elettrica di trasformazione.

Nel seguito saranno presi in esame singolarmente i vari impianti, per i quali saranno precisati i criteri di dimensionamento e definite le caratteristiche tecnico-qualitative dei materiali e delle apparecchiature principali da utilizzare, nonché le modalità di esecuzione.

Ad integrazione di quanto contenuto nel presente documento dovranno essere considerati gli elaborati grafici che costituiscono parte integrante del progetto e forniscono ulteriori aspetti atti ad individuare la tipologia delle opere da realizzare.

Resta comunque inteso che gli impianti in oggetto dovranno essere consegnati dall'Impresa esecutrice perfettamente funzionanti, conformi a tutti i requisiti progettuali, rispondenti a tutte le prescrizioni normative, di legge ed antinfortunistiche e completi, a tale scopo, di ogni componente e/o accessorio, anche se non espressamente citato e/o riportato nella documentazione di progetto.

Al riguardo, con la presentazione della propria offerta tecnico-economica, l'Impresa esecutrice implicitamente dichiara di aver potuto avere esatta conoscenza delle opere da realizzare e degli oneri ad esse correlati, di ritenere la documentazione progettuale esauriente al fine di consentire l'individuazione tecnica di consistenza, caratteristiche, modalità esecutive dei lavori e pertanto di non avere alcuna incertezza relativamente ad essi e di non avanzare alcuna riserva in merito.

2. CRITERI E SCELTE PROGETTUALI

Il progetto degli impianti della galleria è stato sviluppato in funzione di precise scelte progettuali di base. Tali scelte sono state definite in accordo alla normativa di riferimento ed in relazione alle seguenti priorità:

- Sicurezza;
- Continuità di servizio;
- Manutenzione.

Sicurezza

Il fattore sicurezza è stato valutato in condizioni di normale esercizio e di evento anomalo (incidente e incendio).

Le singole apparecchiature dovranno quindi rispettare precise prescrizioni tecniche con riferimento alla normativa adottata.

Continuità di servizio

La continuità di servizio sarà assicurata mediante UPS e/o G.E..

Il dimensionamento del sistema UPS garantirà l'alimentazione delle utenze che richiedono, in funzione della sicurezza e della normativa di riferimento, una continuità di servizio.

I G.E., invece, dovranno permettere una presa di carico istantanea delle utenze alimentate da UPS ed alimentare le parti di impianto necessarie ad ottenere sufficienti livelli di sicurezza e funzionalità.

Manutenzione

Al fine di rendere rapidi ed agevoli gli interventi di manutenzione, le cabine elettriche sono state ubicate all'esterno dei portali principali ed il numero di apparecchiature all'interno della galleria è stato minimizzato.

Il posizionamento dell'equipaggiamento è stato studiato in modo da ottimizzare la gestione delle gallerie durante gli interventi manutentivi (i.e. al fine di evitare l'interruzione del traffico per interventi manutentivi all'impianto idrico antincendio, le relative tubazioni sono state posizionate dietro il profilo redirettivo senza coinvolgere la zona sottostante la carreggiata).

Infine, le caratteristiche degli apparati previsti nel presente progetto, sono state uniformate in modo da ridurre il numero e la tipologia delle parti di ricambio.

3. NORMATIVA

In termini generali, materiali, apparecchiature e modalità di installazione saranno conformi alle normative ed alle Leggi attualmente vigenti, fra cui si citano a titolo esemplificativo e non limitativo.

Il presente progetto Definitivo fa riferimento alle Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali ANAS – Capitoli 3.3, emissione 2009.

Inoltre, vengono applicate le seguenti norme tecniche e Decreti:

Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n.106 "Disposizioni integrative e correttive del decreto 9 aprile 2008, n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Sicurezza degli impianti

- D.M. 22 gennaio 2008, n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"
- D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio;
- Decreto Legislativo n.106 del 16.6.2017 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE;

- Legge 1 marzo 1968 n. 186 (G.U. n. 77 del 23.3.68) "Disposizioni concernenti la produzione di macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- D.P.R. 380/01 D.P.R. 6 giugno 2001, capo V "Norme per la sicurezza degli impianti";

Impianto idrico antincendio

- D.L. 5/10/2006, n. 264 "Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea".
- Norma UNI 10779:2014 "Impianti di estinzione incendi: Reti di Idranti"
- Norma UNI EN 12845:2015 "Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler"
- Norma UNI 11292:2008 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali"
- D.M. 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi"
- D.M. 30/11/1983 "Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi"
- UNI 804:2007 "Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili"
- UNI 810:2007 "Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite"
- UNI 814:2009 "Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili"
- UNI 7421:2007 "Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili"
- UNI 7422:2011 "Apparecchiature per estinzione incendi - Requisiti delle legature per tubazioni flessibili"
- UNI 9487:2006 "Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa"
- UNI EN 671-1:2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide
- UNI EN 671-2:2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI EN 671-3:2009 "Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili"
- UNI EN 694:2007 "Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio"
- UNI EN 1452:2001 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U)"

- UNI EN 10224:2006 "Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 10225:2009 "Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni tecniche di fornitura"
- UNI EN 12201:2012 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)"
- UNI EN 13244:2004 "Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)"
- UNI EN 14339:2006 "Idranti antincendio sottosuolo"
- UNI EN 14384:2006 "Idranti antincendio a colonna soprasuolo"
- UNI EN 14540:2014 "Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi"
- UNI EN ISO 15493:2017 "Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica"
- UNI EN ISO 15494:2018 "Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica"
- UNI EN ISO 14692:2017 "Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata"

Impianto ventilazione

- D.Lgs.264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE, relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea.
- Norma NFPA 92 "Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences";
- Norma BS 5588-4 "Fire precautions in the design, construction and use of buildings. Part 4: Code of practice for smoke control using pressure differentials";
- PIARC Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – XIXe Congrès Mondial de la Route à Marrakech, Comité technique des tunnels routiers, rapport. Marrakech septembre 1991.
- PIARC Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – XXe Congrès Mondial de la Route à Montréal, Comité technique des tunnels routiers, rapport. Montreal septembre 1995.
- PIARC Association mondiale de la Route – Comité PIARC des tunnels routiers: "Fire and Smoke Control in Road Tunnels" - ed. 1999.
- PIARC – "Road Tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Tunnel Ventilation – 2004"
- PIARC Association Internationale Permanente des Congrès de la Route – "Systems and Equipment for Fire and Smoke Control in Road Tunnels" – ed. 2007.

- PIARC Association mondiale de la Route – Comité technique PIARC de l'exploitation des tunnels routiers: "Tunnel Routiers: Émission des Véhicules et besoins en air pour la ventilation" - ed. 2019, di seguito indicata come PIARC 2019.
- ASTRA, direttiva 13001, Lüftung der Strassentunnel, Ausgabe 2008 – V2.01.
- ASTRA, direttiva 13002, Ventilation des galeries de sécurité des tunnels routiers 2008 – V1.05.
- "Guide des dossiers de sécurité des tunnels routiers – Fascicule 4 Les études spécifiques de danger", Centre Etudes des Tunnels (CETU), Settembre 2003
- NFPA 502 "Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways"
- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale", 2014.

4. QUALITA' DEI MATERIALI

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegati per la realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere adatti all'ambiente di installazione

Gli impianti elettrici e speciali dovranno essere tutti rispondenti alle relative norme UNI e CEI-UNEL, ove esistano. Inoltre, tutti i suddetti componenti dovranno presentare il Marchio CE e quelli per i quali ne sia prevista la concessione dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio o Certificazione equivalente.

In ogni caso materiali ed apparecchiature dovranno essere nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità e completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione progettuale.

5. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

L'erogazione idrica in galleria deve provvedere all'alimentazione dell'impianto idrico antincendio. Il sistema di alimentazione idrica deve essere in grado di garantire la continuità di erogazione idrica per almeno due ore. L'impianto idrico antincendio è costituito da una rete fissa di idranti chiusa ad anello in prossimità degli imbocchi, mantenuta permanentemente in pressione. All'interno della galleria, la tubazione è posizionata dietro il profilo redirettivo su entrambi i lati della carreggiata, in posizione interrata.

L'impianto idrico antincendio deve essere in grado di garantire valori di portata uniformi tra i differenti idranti e comunque non inferiori a 120 l/min per gli idranti DN 45 e 300 l/min per gli idranti DN 70. L'impianto idrico antincendio deve essere dotato di:

- Idranti UNI 45 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice, con idranti che devono essere previsti nelle stazioni di emergenza o in prossimità delle stesse entro appositi armadietti in acciaio inox almeno AISI 304;
- Idranti UNI 70 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice, con idranti che devono essere previsti agli imbocchi dei fornic;
- Attacchi di mandata per autopompa agli imbocchi dei fornic, con attacchi di immissione che devono essere due ed avere diametro DN 70.

Gli idranti DN 45 devono essere posizionati a quinconce su entrambi i lati della carreggiata, con interdistanza visibile all'interno degli elaborati grafici. La rete fissa di idranti deve essere chiusa ad anello ed alimentata da una stazione di pompaggio dotata di:

- Gruppo di pompaggio;
- Vasca prefabbricata in acciaio al carbonio.

La rete fissa di idranti non deve essere esposta direttamente al fuoco dovendo garantire il servizio per un tempo non inferiore alle due ore nel corso delle operazioni di spegnimento. L'impianto è dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di almeno 4 idranti DN 45 con 120 l/min cadauno e pressione residua non inferiore a 0,2MPa e 1 idrante DN 70 con 300 l/min e pressione residua non inferiore a 0,4MPa, nella posizione idraulicamente più sfavorevole.

La rete fissa di idranti deve essere protetta dal gelo, da possibili urti meccanici, dalla corrosione e consentire le dilatazioni termiche. Ogni pompa antincendio dovrà essere alimentata con propria linea esclusiva, derivata a monte dell'interruttore generale BT dell'impianto elettrico, in modo che l'energia elettrica sia disponibile anche in caso di condizione di aperto di tutti gli interruttori dell'impianto. Le linee di alimentazione devono essere protette contro i cortocircuiti ed i contatti indiretti, ma non contro il sovraccarico, a favore della continuità e sicurezza di esercizio.

L'impianto deve essere alimentato dalla normale rete di distribuzione di energia elettrica e da una fonte di energia elettrica di emergenza.

Locale di pompaggio e accumulo idrico

Come rilevabile dagli elaborati grafici, a servizio della galleria Felettino I, sono installati due serbatoi interrati destinati ad accogliere la vasca antincendio ed il relativo locale pompaggio a servizio degli impianti di spegnimento interni ed esterni alle gallerie.

Il primo serbatoio è composto da un prevano di accesso, vano pompe e vasca di accumulo con capacità di almeno 30 mc utili; il secondo serbatoio è composto da vasca di accumulo con capacità di almeno 70 mc utili. I due serbatoi prefabbricati interrati saranno realizzati in acciaio al carbonio (vedi tavole allegate per dettaglio).

Le vasche dei due serbatoi saranno collegate per mezzo di tubazione idonea.

Le pompe installate saranno di tipo sottobattente.

Per garantire la continuità del servizio, sarà installato un gruppo composto da:

- n.1 Elettropompa di servizio del tipo centrifuga orizzontale monostadio, normalizzata con aspirazione assiale, mandata radiale e costruzione back-pull-out, azionata da un motore elettrico in grado di erogare almeno la potenza richiesta alla portata corrispondente al valore di NPSHr uguale a 16m, potenza motore 30 kW, alimentazione elettrica: 3x400 50Hz, alimentata elettricamente dalla cabina elettrica adiacente;
- n.1 Motopompa di riserva del tipo centrifuga orizzontale monostadio, normalizzata con aspirazione assiale, mandata radiale e costruzione back-pull-out, azionata da un motore diesel in grado di erogare almeno la potenza richiesta alla portata corrispondente al valore di NPSHr uguale a 16m, potenza nominale 36,9 kW – 41 kW, tipo di raffreddamento: scambiatore acqua-acqua, munita di serbatoio di gasolio indipendente di capacità tale da garantire sei ore continuative di servizio;
- n.1 Elettropompa di mantenimento pressione (pompa pilota o jockey) del tipo multistadio che evita le partenze ingiustificate delle pompe di servizio, ripristinando la pressurizzazione dell'impianto in caso di piccole perdite, potenza motore 1,2 kW, alimentazione elettrica: 3x400 50Hz.

Il funzionamento del gruppo è comandato da pressostati installati sul collettore di mandata. Un primo abbassamento di pressione fa intervenire la pompa pilota per il ripristino delle piccole perdite lungo la linea.

Un successivo abbassamento di pressione rilevato dal doppio pressostato installato sulla tubazione di mandata della elettropompa, fa intervenire la stessa per la pressurizzazione dell'anello.

Se la pressione non dovesse ripristinarsi, per un malfunzionamento della elettropompa, il doppio pressostato installato sulla tubazione di mandata della motopompa, comanda l'azionamento di quest'ultima.

Dal collettore di alimentazione dell'anello, si staccherà anche una tubazione in acciaio zincato serie media per l'alimentazione di un piccolo impianto sprinkler a protezione della centrale stessa.

All'interno della centrale sarà installato un aerotermo elettrico di potenza adeguata al mantenimento della temperatura interna della centrale al di sopra di 10°C. Tale aerotermo è azionato da un termostato installato a parete ad una altezza di 1.5 metri.

Nel caso non vi sia la possibilità di scarico delle acque tramite pozzetto acque reflue, all'interno del locale tecnico saranno installate due pompe di sollevamento, ognuna con una portata di 15 mc/h, attivate mediante galleggiante autonomo e collegate al sistema di allarme, in grado di eliminare eventuale acqua in eccesso che si può accumulare sul pavimento della centrale, garantendo l'incolumità delle pompe antincendio. Le pompe saranno una in riserva all'altra.

Le vasche di accumulo avranno la capacità adeguata al funzionamento degli idranti per un periodo di 120 minuti. Il numero degli idranti attivi in contemporanea è dettato dalle norme UNI vigenti. Per tale dimensionamento si rimanda alla relazione di calcolo relativa.

Per l'adduzione idrica di riempimento della vasca, non essendo disponibile in zona un allaccio dell'ente fornitore, è stata prevista sul piazzale una tubazione munita di valvola e di attacco UNI 45 per il riempimento della vasca mediante autocisterna.

Nel caso non vi sia la possibilità di scarico delle acque tramite pozzetto acque reflue, all'interno della vasca antincendio sarà installata una pompa di sollevamento acque reflue ad immersione, con una portata di 3 mc/h, in grado di effettuare lo svuotamento della vasca.

I locali devono essere areati naturalmente con aperture permanenti di superficie non minore di 1/100 della superficie in pianta del locale. La superficie in pianta del locale pompe è pari a 6,4 m x 3 m = 19,2 m². È stata creata quindi un'apertura grigliata in corrispondenza dell'accesso al locale interrato per immissione dell'aria di dimensioni pari a 0.5 x 0.5 = 0.25 m², valore superiore a 1/100 come richiesto da normativa.

Inoltre, come previsto dalla norma UNI 11292:2008, è necessario realizzare un impianto di estrazione aria per garantire il corretto smaltimento del calore prodotto dalla motopompa diesel raffreddata ad acqua di potenza superiore a 40 kW, è previsto un sistema di estrazione forzata, garantito anche in assenza di alimentazione da rete elettrica per il tempo di funzionamento previsto per il sistema antincendio, considerando una portata di aria non minore di: $Q = 50 \times P = 50 \times 41 \approx 2100$ m³/h, dove Q è la portata di aria da estrarre in m³/h, P è la potenza installata in kW. Un canale in lamiera zincata estrae l'aria e la espelle all'esterno.

Per il motore diesel si deve prevedere l'uscita dei fumi di scarico mediante apposita marmitta installata all'interno del locale. La tubazione dei gas combusti deve essere sistemata in modo da scaricare direttamente, o tramite camino, in atmosfera.

Per il motore diesel si deve prevedere un tubo di sfiato del serbatoio che deve essere portato all'esterno.

Idranti UNI 45

L'impianto di spegnimento interno alle gallerie è realizzato mediante l'installazione di idranti posizionati sopra il profilo redirettivo, su entrambi i lati della carreggiata. Gli idranti sono posti a una distanza massima di 150 m tra di loro.

La rete idranti prevede l'inserimento di derivazioni, saracinesche di intercettazione e riduttore di pressione, ad ogni derivazione, per l'alimentazione degli idranti.

Internamente alla galleria Felettino I è prevista l'installazione di n.10 idranti UNI 45.

Idranti sottosuolo UNI 70 ed attacco motopompa

Esternamente alle gallerie sono previsti: n.2 idranti sottosuolo UNI 70 e n.2 attacchi motopompa all'ingresso ed all'uscita della galleria Felettino I.

Essi saranno apposti sul ciglio della strada in prossimità degli imbocchi della galleria, su entrambi i lati di marcia.

Tubazioni

Tutti gli apparecchi saranno collegati ad una rete ad anello con partenza dal locale pompaggio che attraverserà la galleria in entrambi i sensi di marcia.

Le tubazioni esterne alla stazione di pompaggio saranno del tipo PEAD PN16 interrate ad una profondità non minore di 80 cm per scongiurare il pericolo del gelo, le tubazioni all'interno della stazione di pompaggio saranno in acciaio nero verniciato.

Gli stacchi agli idranti sia UNI 45 che UNI 70 saranno realizzati in acciaio zincato, ciascuna tubazione in acciaio zincato esterna alla stazione di pompaggio sarà dotata di cavo scaldante.

All'interno della centrale di pompaggio non sarà necessario proteggere le tubazioni con cavo scaldante in quanto sarà presente un aerotermostato contro il gelo.

Le tubazioni saranno installate tenendo conto dell'affidabilità che il sistema deve offrire in qualunque condizione, anche in caso di manutenzione e in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici.

Tutte le tubazioni saranno svuotabili senza dovere smontare componenti significative dell'impianto.

Per le tubazioni interrate, una volta realizzata la trincea prima della posa, sarà apposto opportuno letto di sabbia per livellamento.

Una volta posata la tubazione, sarà ricoperta la stessa sia ai lati che nella parte superiore, da uno strato di sabbia di almeno 10 cm di spessore a protezione della tubazione.

Sarà successivamente realizzato il rinterro con lo stesso materiale di scavo.

6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE FILTRO E CUNICOLO DI SICUREZZA

Il tunnel è dotato di rifugi con filtri a prova di fumo e cunicolo di sicurezza, realizzati per consentire la fuga delle persone in caso di emergenza, classificati come via di fuga protetta.

I filtri a prova di fumo ed il cunicolo di sicurezza devono essere delimitati da strutture con resistenza al fuoco non inferiore a 120 minuti, dotato di due o più porte munite di congegni di auto-chiusura con resistenza al fuoco REI non inferiore a 120 minuti.

Inoltre, devono essere dotati di un impianto di ventilazione e pressurizzazione in grado di prelevare aria dal fornace non interessato dall'incendio allo scopo di evitare che vi sia apporto di sostanze tossiche all'interno della via di fuga protetta.

L'impianto sarà caratterizzato da un ventilatore assiale, ubicato in prossimità dell'uscita all'aperto del cunicolo, avente il compito di garantire un ricambio d'aria nel cunicolo impedendo la formazione di muffe e di fornire in condizioni di emergenza i volumi d'aria necessari per la pressurizzazione dei filtri; allo scopo, il sistema sarà provvisto di n. 2 ventilatori assiali dedicati (uno per ciascun filtro). Detti ventilatori, anch'essi di tipo assiale, saranno dotati di inverter in modo da garantire le seguenti configurazioni in condizioni di emergenza:

- Fase di emergenza – scenario n.1.1: n.2 porte del filtro chiuse. L'impianto di pressurizzazione deve garantire una differenza di pressione positiva (+ 50 Pa) tra la via di fuga protetta e la galleria (ove si è verificato l'evento incendio).
- Fase di evacuazione – scenario n.1.2: n.2 porte del filtro aperte. L'impianto di pressurizzazione deve garantire una portata d'aria tale da ottenere una velocità dell'aria, attraverso ciascuna porta aperta, pari a 0,75 m/s. Ciò, al fine di evitare la propagazione dei fumi dalla galleria (ove si è verificato l'evento incendio) all'interno del filtro e della via di fuga protetta.
- Fase di spegnimento VVF – scenario n.1.3: n.1 port1 del filtro aperta. L'impianto di pressurizzazione deve garantire una portata d'aria tale da ottenere una velocità dell'aria, attraverso la porta di comunicazione con la galleria stradale, pari a 2 m/s. Ciò, al fine di consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della galleria stradale interessata dall'incendio. Al fine di consentire al personale di soccorso preposto l'azionamento dei ventilatori alla massima velocità di rotazione sarà previsto nel locale filtro un comando a "fungo", funzionante solo a porta aperta con contatto ritenuto attraverso switch di controllo (ON/OFF) installato sul telaio della porta tagliafuoco.

I ventilatori dei filtri fumo dovranno mantenere una velocità minima di uscita dell'aria all'apertura di una porta tagliafuoco non inferiore a 0,75 m/s. Per evitare, quindi, che a porte chiuse, la pressione salga oltre la soglia massima di 50Pa, verranno utilizzate delle serrande di sovrappressione in serie a serrande tagliafuoco (per garantire la compartimentazione REI 120).

Parimenti, per consentire il ricambio d'aria nel cunicolo e, al contempo, fornire l'aria per i ventilatori a servizio dei filtri saranno utilizzate delle apposite serrande di sovrappressione in serie a serrande tagliafuoco, installate a parete. I ventilatori pressurizzeranno i locali filtri tenendo conto anche della pressione che si sviluppa in galleria in condizioni di emergenza.

Nel seguito vengono descritti i criteri di funzionamento degli impianti nei vari scenari.

Esercizio normale – ventilazione sanitaria

Lo scenario di ventilazione naturale è una azione comandata da PLC programmabile periodicamente.

Lo scopo di tale operazione è quella di ventilare la via di fuga protetta ed i filtri con aria prelevata dalla galleria al fine di evitare muffe o formazioni di umidità che possono intaccare le strutture. Per ventilare forzatamente i locali si utilizzano gli stessi ventilatori installati per la gestione dell'emergenza, il ventilatore per la pressurizzazione del cunicolo di sicurezza prelevano aria dall'esterno e la immette nel cunicolo, conseguentemente i ventilatori per pressurizzazione dei filtri a prova di fumo prelevano aria dal cunicolo di sicurezza e la immettono all'interno dei filtri.

A tale scopo sarà necessario attivare, tramite temporizzatore, l'impianto di sovrappressione per una durata sufficiente a garantire una portata minima di ventilazione sanitaria all'interno del sistema via di fuga e filtro, almeno ogni due giorni. Il processo di ricambio d'aria viene attivato in condizioni di esercizio normale e, di conseguenza, con le porte del cunicolo e del filtro chiuse.

In caso di ventilazione sanitaria è necessario che l'aria immessa nel cunicolo vada verso il filtro e fuoriesca verso la galleria. Per ottenere questa circolazione di aria, è prevista l'installazione di due serrande di

sovrappressione in serie con le serrande tagliafuoco sulla porta di comunicazione tra il cunicolo e le scale adiacenti al filtro di dimensioni pari a 0.4 m x 1.5 m, e l'installazione di una serranda di sovrappressione, in serie con una serranda tagliafuoco, posta in corrispondenza della parete tra il filtro e la galleria, di dimensioni pari a 0.6 m x 0.6 m.

Il funzionamento è quindi il seguente:

- 1) richiesta di ventilazione sanitaria
- 2) apertura della tagliafuoco tra via di fuga e filtro
- 3) apertura delle tagliafuoco in asse con i ventilatori filtro
- 4) accensione del ventilatore cunicolo di sicurezza alla velocità minima consentita dall'inverter
- 5) accensione dei ventilatori filtro alla velocità minima consentita dall'inverter
- 6) apertura della tagliafuoco tra filtro e galleria per l'espulsione dell'aria

La fine della sequenza di lavaggio si conclude con:

- 1) spegnimento ventilatori
- 2) chiusura della tagliafuoco in asse con i ventilatori
- 3) chiusura della tagliafuoco tra via di fuga e filtro
- 4) chiusura della tagliafuoco tra filtro e galleria

Condizione di emergenza

In casi di evento incendio in galleria, l'allarme generato dal sistema di rilevazione incendi viene trasmesso alla SPVI/PCS il quale, previo consenso dell'operatore o mediante applicazione automatica di scenari predefiniti, attiva la procedura prevista per le condizioni di emergenza, che si dividono in tre fasi:

- pressurizzazione a porte chiuse
- evacuazione
- spegnimento incendio da parte dei Vigili del Fuoco

Pressurizzazione a porte chiuse

In questa fase si presuppone che le persone non siano ancora arrivate alle vie di esodo. Per poter garantire la via di fuga protetta presente dopo il filtro, è necessario che il fumo eventualmente presente nella galleria non entri nel filtro e quindi nella via di fuga.

Tramite l'impianto di pressurizzazione pertanto si mantiene un cuscinetto di aria in pressione tra il luogo incidentato e la via di fuga protetta, proprio nel filtro.

In accordo con le Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali ANAS (2009), si deve garantire che il filtro a prova di fumo sia mantenuto in pressione con una differenza di pressione tra il filtro stesso e la galleria pari a 50 Pa. Tale differenza di pressione è regolata dalla sonda di pressione DP presente tra la galleria ed il filtro a prova di fumo.

La sequenza per il mantenimento in pressione del filtro è la seguente:

- 1) apertura della tagliafuoco in asse con i ventilatori filtro
- 2) apertura della tagliafuoco tra il filtro a prova di fumo e la via di fuga protetta
- 3) accensione del ventilatore cunicolo di sicurezza.
- 4) accensione dei ventilatori filtro. La velocità del ventilatore viene regolata dalla sonda di pressione presente tra il filtro e la galleria, in modo da mantenere la pressione minima di 50Pa
- 5) apertura della tagliafuoco tra filtro e galleria.

L'aria prelevata dall'esterno, tramite il ventilatore cunicolo, si immette nella via di fuga protetta e, dopo arriva al filtro grazie all'apertura della serranda tagliafuoco tra filtro e via di fuga. I ventilatori filtro a prova di fumo immettono l'aria prelevata dal cunicolo al filtro a prova di fumo, tale aria uscirà dalla serranda tagliafuoco tra il filtro e la galleria. In corrispondenza della parete tra il filtro e la galleria, in serie alla tagliafuoco, sarà installata una serranda di sovrappressione opportunamente tarata, in grado di aprirsi solamente sotto la spinta di una pressione pari a 50 Pa.

Questo scenario viene mantenuto fino alla fase successiva, prima dell'evacuazione delle persone, e quindi prima dell'apertura delle porte.

Evacuazione

La fase di evacuazione è attivata dai sensori posizionati sulle porte che indicano l'apertura delle stesse. In questo caso il ventilatore non deve più mantenere una differenza di pressione attraverso la serranda di sovrappressione, ma deve impedire al fumo di entrare nel filtro a prova di fumo e via di fuga protetta attraverso le porte aperte.

Per garantire questo scenario, i ventilatori e tutto il sistema di ventilazione sono stati dimensionati per garantire una velocità di attraversamento dell'aria attraverso le porte aperte pari 0.75 m/s. Pertanto, i ventilatori, mediante l'inverter, potranno regolare la velocità di immissione dell'aria in funzione del numero di porte aperte.

La serranda di sovrappressione, installata a valle della tagliafuoco tra il filtro e la galleria si chiuderà per effetto del peso della leva, e garantirà che l'aria immessa dai ventilatori esca solamente dalle porte.

Spegnimento incendio da parte dei Vigili del Fuoco

La fase di spegnimento dell'incendio è attivata dai Vigili del fuoco tramite pulsante VVF posto all'interno dei filtri a prova di fumo. In questo caso i ventilatori devono consentire l'accesso dei Vigili del fuoco all'interno della galleria stradale interessata dall'incendio.

Per garantire questo scenario, i ventilatori e tutto il sistema di ventilazione sono stati dimensionati per garantire una velocità di attraversamento dell'aria attraverso la porta aperta tra filtro e galleria pari a 2.0 m/s. Pertanto, i ventilatori, mediante l'inverter, potranno regolare la velocità di immissione dell'aria in funzione del numero di porte aperte.

Sistema di regolazione e controllo

Il sistema di regolazione e controllo deve essere in grado di gestire le diverse fasi sopra descritte sia in automatico che gestite da operatore. Il sistema deve essere in grado di alternare nel funzionamento normale i ventilatori, tenendo conto del fatto che i ventilatori installati sono uno per ogni filtro a prova di fumo, e uno per il cunicolo di sicurezza.

Nel caso di rilevamento incendio in corrispondenza della galleria, sarà attivato il ventilatore cunicolo e saranno attivati uno o due ventilatori presenti in corrispondenza dei filtri a prova di fumo. Il PLC sarà installato all'interno del quadro di ventilazione. Eventuali condizioni di allarme saranno trasmesse alla SPVI/PCS mediante sistema di comunicazione. La regolazione dei ventilatori sarà effettuata automaticamente dal PLC mediante inverter installati nei quadri elettrici.

Per la descrizione dettagliata dei quadri di regolazione, si faccia riferimento all'apposita relazione.

Caratteristiche dei ventilatori

I ventilatori saranno costituiti da una cassa cilindrica, in acciaio, zincata a bagno caldo completa di flange forate di irrigidimento sia sul lato aspirante che su quello premente e saranno provvisti di boccaglio di aspirazione con griglia in acciaio di protezione. Gli staffaggi saranno realizzati mediante opportuni profilati metallici, sui quali verranno imbullonate le flange di supporto dei ventilatori. E' prevista la canalizzazione mediante lamiera in acciaio zincato per la pressurizzazione dei filtri a prova di fumo e mediante calcestruzzo per la pressurizzazione del cunicolo di sicurezza. La diffusione dell'aria avverrà mediante plenum, realizzati anch'essi in lamiera d'acciaio zincato, completi di rete di protezione in acciaio.

Il cunicolo di aerazione sarà dotato di n. 1 ventilatore di tipo assiale con girante $\Phi=1.000\text{mm}$, dotato di inverter e con portata massima $7,56\text{ m}^3/\text{s}$; i filtri fumo di n. 2 ventilatori di tipo assiale con girante $\Phi= 800\text{ mm}$, dotati di inverter, con portata variabile pari a $2,34/5,04\text{ m}^3/\text{s}$. Il ventilatore di rinnovo aria sarà posizionato all'esterno nelle immediate vicinanze delle scale esterne di esodo del cunicolo, mentre i ventilatori dei filtri in prossimità delle scale che mettono in comunicazione i filtri con il cunicolo.

7. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LONGITUDINALE DI GALLERIA

L'impianto di ventilazione meccanica in galleria deve portare alla definizione di una configurazione impiantistica ottimale in grado di garantire:

- La diluizione delle emissioni dei veicoli all'interno della galleria in condizione di esercizio (ventilazione sanitaria);
- La compatibilità ambientale della struttura;
- La gestione e il controllo dei fumi in caso di eventi incidentali possibili individuati come rilevanti (ventilazione di emergenza).

La ventilazione sanitaria deve avere il compito di:

- Diluire gli inquinanti emessi dagli autoveicoli in ogni regime di traffico;
- Diluire gli inquinanti emessi dagli autoveicoli in caso di arresto del traffico conseguente all'accadimento di un incidente non rilevante.

La ventilazione di emergenza, invece, avrà il compito di:

- Disperdere l'energia termica generata dal focolaio di incendio;
- Gestire e controllare il moto dei fumi;
- Diluire le sostanze tossiche ed infiammabili.

La gestione ed il controllo dell'impianto di ventilazione è legato all'integrazione dello stesso con tutti quei dispositivi per la misura dei parametri ambientali all'interno della galleria:

- Velocità e direzione del vento (anemometro);
- Concentrazione di CO, NO, NO₂ e grado di opacità dell'aria (opacimetro);
- Strumento di misura della temperatura e dei fumi.

Sistema di gestione dell'impianto di ventilazione

La gestione della ventilazione sarà affidata al PLC che riceve i segnali provenienti dai sensori presenti in campo (rilevatori di CO-OP, anemometri, cavo fibrolaser) e dai quadri di potenza (MCC).

Funzionamento in esercizio normale

Nel funzionamento normale, all'interno del sistema di gestione sono impostati i valori di set-point delle concentrazioni massime di inquinante in galleria. Quando nel tunnel viene superata la soglia d'allarme delle concentrazioni inquinanti, senza che il valore sia tale da generare un preallarme incendio, il sistema di regolazione provvede all'attivazione di un certo numero di acceleratori.

A titolo di esempio, nel caso in cui si voglia impostare una soglia massima delle concentrazioni, variabile in funzione della tipologia di traffico effettivamente presente in galleria, può essere prevista la determinazione dello scenario di riferimento, sia in operatività manuale del sistema che in quella automatica.

In caso di traffico unidirezionale il sistema potrà prevedere un aumento della velocità del flusso d'aria di ventilazione, in senso sempre concorde alla direzione del traffico.

In caso di traffico bidirezionale, l'impianto di ventilazione potrà incrementare l'effetto di spinta generato sul flusso d'aria in galleria, nella stessa direzione rilevata all'atto della misurazione; tale direzione potrebbe non essere concorde con la direzione normale di marcia del fornace considerato.

Il sistema di regolazione avrà il compito di controllare l'effettiva evoluzione nel tempo delle misurazioni effettuate da ogni stazione di campionamento, in modo da poter determinare anche la riduzione della potenza ventilante in caso di ritorno a condizioni di funzionamento meno critiche.

I segnali della misurazione di CO e OP possono essere utilizzati anche per generare allarmi o preallarmi incendio (superamento di soglie più elevate – valori di picco) e per localizzare l'eventuale presenza di un focolaio.

Funzionamento in condizione di emergenza

L'esercizio di una galleria in caso di incendio, dall'accensione all'estinzione del focolaio, può essere schematizzato in quattro fasi (che generalmente si sovrappongono):

- fase di accensione: inizia con l'accensione del focolaio e comprende sia la rilevazione (manuale o automatica) dell'incendio stesso, sia l'intervento sul regime di funzionamento in emergenza dell'impianto di ventilazione;
- prima fase di esodo (esodo individuale): durante questa fase, gli utenti fuggono con mezzi propri ed i VV.F. non sono ancora giunti sul posto;
- seconda fase di esodo (esodo assistito): durante tale fase i VV.F. aiutano i feriti e le persone diversamente abili a fuggire dall'area a rischio incendio;
- lotta all'incendio: durante questa fase, la gestione della ventilazione è generalmente affidata ai VV.F., questi ultimi hanno inoltre verificato che tutti gli utenti sono fuori della galleria ed al sicuro.

Le raccomandazioni sopra riportate, sono quelle previste in termini di gestione della ventilazione, all'interno delle pubblicazioni PIARC 1999 e 2007, e si applicano a tutte le gallerie.

La seguente tabella descrive le raccomandazioni in materia di gestione della ventilazione in caso di incendio:

Tabella 1: Raccomandazioni in materia di gestione della ventilazione in caso di incendio

Ventilazione longitudinale	Fasi di esodo	Fase di lotta all'incendio
con traffico bidirezionale	La <u>stratificazione dei fumi</u> non deve essere turbata: <ul style="list-style-type: none"> • velocità longitudinale dell'aria relativamente debole, • nessun ventilatore in funzione nella zona con presenza di fumi 	Il <u>ritorno dei fumi</u> deve essere evitato: <ul style="list-style-type: none"> • velocità longitudinale dell'aria elevata • direzione della corrente d'aria adattabile
con traffico monodirezionale	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Traffico fluido normale</u>: il ritorno dei fumi deve essere evitato: velocità longitudinale dell'aria nella stessa direzione del traffico > velocità critica • <u>Traffico congestionato o incendio con traffico fermo o fornice gestito con traffico bidirezionale</u>: identico al fornice bidirezionale per entrambe le fasi 	

La ventilazione, durante la fase di esodo, deve assicurare che i fumi siano spinti verso la direzione del traffico, e quindi non vi sia la possibilità di un controflusso dei fumi verso i veicoli in coda a monte dell'incendio, così da consentire l'evacuazione dalla galleria delle persone accodate a monte dell'incendio.

Quando tale fase di esodo è terminata, la lotta all'incendio deve essere facilitata da una gestione appropriata dei fumi: il requisito di base è che rimanga un accesso libero da fumo su un lato dell'incendio. In ogni caso all'arrivo dei VV.F. si potrà decidere sul posto il miglior modo di gestire la ventilazione per la lotta all'incendio, utilizzando i quadri di comando della ventilazione posti in corrispondenza dell'entrata e dell'uscita del fornice.

In caso di attivazione di un allarme di rilevamento incendi in galleria, anche solo nella forma di un preallarme, il sistema deve predisporre in modo da essere pronto, in caso di conferma dell'allarme, all'azione di emergenza. L'azione del sistema di ventilazione deve differenziarsi in funzione dello stato del sistema galleria, individuato dalla definizione dei tre fattori:

- tipo di traffico al momento dell'allarme;
- posizione del focolaio di incendio;
- direzione e velocità del flusso d'aria di ventilazione in galleria.

La definizione della posizione del focolaio di incendio consente, in caso di traffico bloccato, congestionato bidirezionale, di poter annullare l'intervento degli acceleratori nell'intorno della sezione del focolaio onde evitare la creazione di turbolenza sui fumi prodotti. La misura della direzione e della velocità dell'aria consentono al sistema di poter controllare il flusso di ventilazione, prodotto secondo i valori impostati come set-point in emergenza.

Il sistema di ventilazione dovrà prevenire il backlayering dei fumi verso la zona a monte garantendo di conseguenza la velocità massima di progetto del flusso d'aria di ventilazione nel tratto rimasto occupato dai veicoli in coda.

Caratteristiche e posizionamento acceleratori

La galleria Felettino I sarà dotata di n. 10 ventilatori jet fans con girante $\Phi = 1.000\text{mm}$, di tipo reversibile con spinta pari a 900 N e portata $24,5\text{ m}^3/\text{s}$.

Gli acceleratori saranno costituiti da una cassa cilindrica in acciaio inox AISI 316L collegata mediante flange forate e bulloni sia sul lato aspirante sia su quello premente a silenziosi cilindrici con boccaglio incorporato, anch'essi in acciaio inox AISI 316L. Anche il sistema di staffaggio e di supporto, caratterizzato da molle antivibranti, sarà in acciaio inox AISI 316L onde evitare l'insorgere di correnti galvaniche.

I ventilatori saranno, inoltre, corredati di apposito trasmettitore di vibrazioni con uscita analogica 4-20mA, interfacciato al sistema di supervisione, per bloccare il funzionamento dell'acceleratore in caso di superamento di una soglia prestabilita di velocità di vibrazione onde evitare l'usura dei pezzi meccanici costituenti l'apparecchiatura e possibili distaccamenti dal corpo motore a sicuro vantaggio dell'incolumità delle persone negli abitacoli.

Gli acceleratori assiali saranno appesi alla volta, mediante opportuno sistema di staffaggio ed ancoraggio, a coppie ed intervallati longitudinalmente in modo regolare (laddove possibile, l'interdistanza tra una coppia e la successiva dovrà essere non inferiore ai 10 diametri idraulici e ai 12 diametri idraulici rispetto all'imbocco/sbocco del fornice) per non creare interferenza tra i ventilatori stessi ed agevolare l'induzione del flusso d'aria; in ogni caso, i ventilatori dovranno lasciare libera un'altezza di 4,80 m da un punto qualsiasi della

piattaforma con un franco libero di 5,00 m in corrispondenza della carreggiata per consentire il passaggio dei veicoli di maggiori dimensioni (in accordo all'art. 81, comma 6 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Gli acceleratori, facenti parte del sistema di ventilazione longitudinale della galleria, saranno tutti del tipo a "flusso reversibile" ed interfacciati al sistema di supervisione; in questo modo, in funzione delle diverse rilevazioni osservate dai misuratori elettronici del grado di opacità dell'aria e concentrazione di CO in galleria, ubicati all'imbocco e allo sbocco della galleria, sarà possibile invertire il flusso di ogni singolo jet fans per facilitare l'allontanamento degli inquinanti.

Strumentazione di monitoraggio

Nella galleria Felettino I saranno installate opportune dotazioni dedicate alla misurazione della qualità dell'aria e della velocità e direzione del flusso di ventilazione. Il valore misurato di velocità è fondamentale per la corretta regolazione del sistema di ventilazione ed è essenziale per il controllo del flusso di ventilazione in caso di evento incendio, quando la velocità dell'aria diventa il parametro di controllo del sistema.

Nello specifico, all'interno della galleria, con distribuzione omogenea lungo la galleria, verranno installati apparecchi per il rilievo di:

- Monossido di carbonio (CO), misurato in p.p.m. [parti per milione] mediante analizzatori di CO, in numero 2 sezioni (come visibile sugli elaborati grafici);
- Particolato o fumi emessi dalla combustione del gasolio e da polveri dovute al traffico, che danno luogo ad una riduzione della visibilità; tale parametro viene misurato come coefficiente di estinzione k [m^{-1}], mediante opacimetri (OP), in numero 2 sezioni (come visibile sugli elaborati grafici);
- Misuratori di velocità dell'aria (anemometri), in numero 2 sezioni (come visibile sugli elaborati grafici).

In aggiunta a quanto sopra, la galleria Fellettino I sarà corredata, in corrispondenza di entrambi i portali, di quadri di comando locale dell'impianto di ventilazione, a servizio dei VV.F. in caso di emergenza.

8. IMPIANTO DI VENTILAZIONE CABINA ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE

L'impianto a servizio della zona destinata agli impianti elettrici è composto da estrattori d'aria, installati in copertura, nei locali misure, quadri elettrici, trasformatori e gruppo elettrogeno e da un impianto multi-split dotato di una unità esterna da 10 kW e due unità interne da 5 kW ciascuna, da posizionare in prossimità degli UPS. Le batterie degli UPS necessitano di una temperatura di lavoro pari a 25 °C, le altre apparecchiature elettriche installate necessitano di una temperatura di lavoro pari a 35°C. Lo scarico della condensa avviene all'esterno in apposito scolo.

Sono presenti delle sonde di temperatura per il controllo ambiente che consentono di azionare gli impianti in base alla necessità, è possibile aumentare la portata d'aria espulsa dagli estrattori in funzione della temperatura ambiente.

L'impianto multi-split è dimensionato sul carico termico sensibile sviluppato dagli UPS all'interno dell'ambiente, in modo che in corrispondenza di tali apparecchiature la temperatura dell'aria non superi i 25°C.

Il sistema di ventilazione è costituito da torrini di estrazione d'aria dimensionati per smaltire il calore prodotto durante il funzionamento di tutte le apparecchiature elettriche installate. Nel locale trasformatori il flusso d'aria che lambisce i dispositivi ha lo scopo di espellere il calore e raffreddare i trasformatori.

I torrini di estrazione saranno in grado di estrarre una portata d'aria conforme alla normativa CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale".

9. ONERI VARI

Al fine di meglio evidenziare ulteriori interventi di carattere generale da considerare inclusi negli oneri delle opere in oggetto, si riportano qui di seguito alcune delle caratteristiche in parte già brevemente citate in precedenza ed in parte di nuova indicazione.

- Fornitura in opera di tutti i componenti ausiliari ed accessori per la perfetta realizzazione e funzionalità degli impianti, anche se non espressamente citati nella documentazione progettuale;
- Effettuazione di tutti gli interventi di natura analoga a quelli presi in considerazione, onde garantire la completa ed uniforme rispondenza degli impianti ai requisiti esposti nel progetto;
- Redazione - per quanto di pertinenza tecnica e se occorrenti al Committente - dei moduli e dei documenti per eventuali denunce ad Enti esterni (ISPESL, VV.FF., ecc.);
- Redazione di progetti e particolari costruttivi inerenti le opere di cui al presente progetto, comprese le tavole di sovrapposizione fra impianti termofluidici e/o vari onde risolvere eventuali interferenze e/o disponibilità di passaggi.
- Presentazione di campionature - tramite documentazione tecnica esauriente e/o campioni fisici - dei materiali e delle apparecchiature, per l'approvazione di D.L. e/o Committente;
- Redazione di cronoprogramma dettagliato (tempi, priorità, sequenze temporali, ecc..) per l'esecuzione dei lavori, sulla base di quello riportato nella documentazione di progetto;
- Effettuazione di eventuali interventi per garantire l'alimentazione provvisoria a sezioni di impianto che il Committente decidesse - a qualunque titolo e per qualsivoglia ragione - di mantenere in esercizio durante l'esecuzione dei lavori;
- Eventuale effettuazione di parte dei montaggi in ore serali, notturne e/o festive, se necessario per motivi di recupero di ritardi nei lavori;

- Realizzazione - come anche già descritto in altro capitolo - di compartimentazioni antincendio in corrispondenza di attraversamenti di linee elettriche e non, atte a ricostituire il grado REI preesistente; i componenti dovranno essere - per quanto possibile - facilmente removibili per consentire senza difficoltà la posa di eventuali linee successive;
- Presenza costante in cantiere di un Responsabile dell'Impresa esecutrice ed impiego di mano d'opera qualificata, mezzi ed attrezzature idonee, componenti ausiliari ed accessori per la realizzazione delle opere a perfetta regola d'arte e nell'assoluto rispetto dei requisiti di sicurezza sia per il personale operativo sia per i terzi;
- Redazione degli elaborati grafici (planimetrie impiantistiche e schemi elettrici) in revisione finale "come costruito", con consegna al Committente del numero di copie contrattualmente previsto;
- Redazione, consegna al Committente ed invio alla Camera di Commercio ed altri Enti interessati, della Dichiarazione di conformità (previa l'esecuzione di tutti gli adeguati collaudi, controlli e prove) corredata di tutti gli allegati di legge;
- Consegna al Committente (nel numero di copie contrattualmente previsto) di manuali d'uso e manutenzione dei principali componenti, relazione circa tutti i materiali e le apparecchiature impiegate completa di relative esaurienti documentazioni tecniche, certificati di collaudo per quadri elettrici, certificati di collaudo di gruppi elettrogeni, gruppi di continuità, batterie e componenti analoghi, documentazione circa prove, misure e verifiche (fra queste - a titolo esemplificativo e non esaustivo - quelle elettriche ed illuminotecniche) effettuate dall'Impresa esecutrice in corso d'opera e ad ultimazione dei lavori e quanto altro necessario per la completa definizione e conoscenza delle opere realizzate e dei componenti impiegati, ai fini delle successive attività operative e manutentive del Committente;
- Messa a disposizione di mezzi, strumenti e personale per l'effettuazione di tutti i collaudi parziali e finali;
- Esecuzione di tutto quanto richiesto nel documento "Piano di sicurezza e coordinamento".