

S.S. 45bis - Gardesana Occidentale

Opere di costruzione della galleria in variante tra il km 86+567 e il km 88+800 finalizzata a sottendere le attuali gallerie ogivali a sezione ristretta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. MI92

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

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

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Serena Majetta
Ordine Geol. di Roma n. 928*

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

*Dott. Ing. Laura Troiani
Ordine Ing. di Roma n. 31890*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio Quondam

VISSO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giancarlo Luongo

PROTOCOLLO

DATA

06 - IMPIANTI

06.01 - Elaborati Generali

Relazione Tecnica Impianti

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO LIV. PROG. DPMI0092 D 18		T00IM00IMPRE01A.pdf		A	-
		CODICE ELAB. T00IM00IMPRE01			
D					
C					
B					
A	EMISSIONE		Gen 2020		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

SOMMARIO

<i>INDICE DELLE TABELLE</i>	4
1. <i>PREMESSA</i>	5
2. <i>CRITERI E SCELTE PROGETTUALI</i>	6
<i>SICUREZZA</i>	6
<i>CONTINUITÀ DI SERVIZIO</i>	7
<i>MANUTENZIONE</i>	7
3. <i>NORMATIVA</i>	7
<i>IGIENE E SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO</i>	7
<i>SICUREZZA DEGLI IMPIANTI</i>	8
<i>IMPIANTI ELETTRICI</i>	8
<i>IMPIANTI A CORRENTI DEBOLI</i>	9
<i>IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO</i>	10
<i>IMPIANTO VENTILAZIONE</i>	11
4. <i>QUALITÀ DEI MATERIALI</i>	12
5. <i>IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO</i>	12
<i>LOCALE DI POMPAGGIO E ACCUMULO IDRICO</i>	13
<i>IDRANTI UNI 45</i>	16
<i>IDRANTI SOPRASUOLO UNI 70 ED ATTACCO MOTOPOMPA</i>	16
<i>TUBAZIONI</i>	16
6. <i>IMPIANTO DI VENTILAZIONE BY-PASS</i>	18
<i>ESERCIZIO NORMALE – VENTILAZIONE SANITARIA</i>	19
<i>CONDIZIONE DI EMERGENZA</i>	19
<i>PRESSURIZZAZIONE A PORTE CHIUSE</i>	20
<i>EVACUAZIONE</i>	21
<i>SPEGNIMENTO INCENDIO DA PARTE DEI VIGILI DEL FUOCO</i>	21
<i>SISTEMA DI REGOLAZIONE E CONTROLLO</i>	21

7. IMPIANTO DI VENTILAZIONE LONGITUDINALE DI GALLERIA	22
SISTEMA DI GESTIONE DELL'IMPIANTO DI VENTILAZIONE	22
FUNZIONAMENTO IN ESERCIZIO NORMALE	23
FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONE DI EMERGENZA	23
STRUMENTAZIONE	25
8. IMPIANTI ELETTRICI – INTERSEZIONE A ROTATORIA SS 45 BIS.....	26
DISTRIBUZIONE LINEE ELETTRICHE PRINCIPALI.....	26
QUADRI ELETTRICI	27
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	28
RAMO 1 E RAMO 2 – SS 45BIS.....	28
ROTATORIA – SS 45BIS.....	30
IMPIANTO DI TERRA	31
9. IMPIANTO ELETTRICO GALLERIE	31
DISTRIBUZIONE LINEE ELETTRICHE PRINCIPALI.....	32
CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT CE1 E CE2.....	34
QUADRO ELETTRICO IN MEDIA TENSIONE QMT.....	36
TRASFORMATORE DI POTENZA TR	37
QUADRO ELETTRICO GENERALE DI BASSA TENSIONE QG.....	39
QUADRO RIFASAMENTO AUTOMATICO QRIF.....	40
QUADRO ELETTRICO ED IMPIANTI DI CABINA QSC.....	40
GRUPPO DI CONTINUITÀ STATICO DI CABINA.....	40
GRUPPO DI CONTINUITÀ STATICO PER ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	41
QUADRI ELETTRICI SECONDARI.....	42
QUADRI ELETTRICI VENTILAZIONE.....	45
LINEE DI INTERCOLLEGAMENTO DI CABINA.....	47
10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI.....	48
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	48
IMPIANTI ILLUMINAZIONE NORMALE LOCALI TECNICI.....	48
IMPIANTI ILLUMINAZIONE EMERGENZA LOCALI TECNICI.....	49

11.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GALLERIE	49
	IMPIANTI ILLUMINAZIONE NORMALE GALLERIE.....	49
	IMPIANTI ILLUMINAZIONE EMERGENZA GALLERIE.....	52
12.	IMPIANTO FORZA MOTRICE LOCALI TECNICI	53
	IMPIANTO DI TERRA (LOCALI TECNICI CE1 E CE2)	54
	PROTEZIONE CONTRO I RISCHI DI FULMINAZIONE.....	55
13.	STAZIONI DI EMERGENZA.....	55
14.	IMPIANTI RIVELAZIONE INCENDI.....	56
	IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO LOCALI TECNICI CE1 E CE2.....	56
	IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO BY-PASS.....	57
	IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDIO GALLERIE.....	57
15.	IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA	59
16.	FRECCIA/CROCE – PMV – SEGNALETICA DI EMERGENZA DI GALLERIA.....	63
17.	SISTEMA RADIO DI GALLERIA	63
18.	SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE	64
19.	ONERI VARI	67

Indice delle tabelle

Tabella 1: Raccomandazioni in materia di gestione della ventilazione in caso di incendio	24
Tabella 1 : parametri caratteristici di base	29
Tabella 2 : parametri caratteristici di base - Rotatoria	30
Tabella 4 : parametri caratteristici di base – galleria.....	51

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce parte integrante della documentazione tecnica per la realizzazione degli impianti elettrici e speciali a servizio della variante in galleria dal km 86+567 al km 88+880 della S.S. 45 bis – Gardesana Occidentale.

La presente relazione descrive gli impianti elettromeccanici 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 con ingresso direzione sud ed uscita direzione nord;
- Modifica dell'attuale del senso di marcia delle attuali gallerie "D'Acli", "Eutenia" e "dei Ciclopi" con ingresso direzione nord ed uscita direzione sud;
- Realizzazione di nuovi by-pass pedonabili e carrabili di collegamento tra la galleria di nuova realizzazione e le gallerie esistenti in "ristrutturazione";
- Modifica dell'attuale rotatoria situata presso l'uscita della galleria dei Ciclopi direzione nord;
- Realizzazione nuova cabina elettrica CE1;
- Realizzazione nuova cabina elettrica CE2 e nuova stazione antincendio AI1.

A servizio delle opere precedentemente indicate, le opere da realizzare a livello impiantistico generale (cabine – locali tecnici – by pass - gallerie – rotatoria - ecc...), saranno composte essenzialmente da:

- Impianti elettrici e speciali:
 - o Distribuzione generale e linee di alimentazione principale;
 - o Quadri elettrici di distribuzione primaria e secondaria;
 - o Impianto elettrici e speciali all'interno dei locali tecnici;
 - o Impianto elettrici e speciali in galleria;
 - o Impianto di illuminazione normale e di emergenza all'interno delle gallerie e della rotatoria.
- Impianti di ventilazione;
- Impianto idrico-antincendio.

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 al di sotto dei marciapiedi 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 3.3.2.4, 3.4.2.4**, 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";

Impianti elettrici

- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- EN 62305 "Protezione contro i fulmini"
- EN 61936 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a."
- EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a."
- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale"
- CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione > 1 kV"
- Regolamento CPR (UE) 305/2011 con il D. Lgs. 106/2017
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" (1996-07)
- UNI EN 1838 "Illuminazione di emergenza"
- UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"
- UNI EN 12464-1 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni"

- UNI EN 12464-2 "Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno"
- UNI EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali"
- UNI EN 13201-3 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- UNI EN 13201-4 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";
- UNI 10819 "Illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso",
- UNI 11222 "Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici – Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo";
- UNI 11248 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Regione Emilia Romagna LEGGE REGIONALE n. 19 del 29 settembre 2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"
- UNI 11095:2011 Illuminazione delle gallerie stradali
- D.M. 14.09.2005 Norme di illuminazione delle gallerie stradali
- UNI EN 16276:2013 Illuminazione di evacuazione nelle gallerie stradali

Impianti a correnti deboli

- CEI 79-2 "Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per le apparecchiature"
- CEI 79-3 "Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione – Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione"
- CEI 100-55 "Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza"
- CEI 103-1/1 "Impianti telefonici interni – Parte 1: Generalità"
- CEI 103-1/2 "Impianti telefonici interni – Parte 2: Dimensionamento degli impianti telefonici interni"
- CEI 103-1/13 "Impianti telefonici interni – Parte 13: Criteri di installazione e reti"
- CEI 103-1/14 "Impianti telefonici interni – Parte 14: Collegamento alla rete in servizio pubblico"
- CEI 303-14 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio generico"
- CEI 303-14; V1 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio generico"
- Norma europea UNI-EN 54
- UNI 9795 – Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio
- UNI 11224 – Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi

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.M. 28/10/2005 "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie";
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità SRT TSI - Regolamento (UE) n. 1303/2014 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie";
- 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";
 - 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.
 - 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 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. 2012, di seguito indicata come PIARC 2012.
- 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

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 e può essere interrata sotto

marciapiede o staffata a vista collocata sulla volta lato corsia di marcia della galleria ed opportunamente protetta con appositi dadi in calcestruzzo.

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 sul lato di marcia, 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;
- Serbatoio di riserva gettato in opera.

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 delle quattro gallerie, è installato un locale fuori terra destinato ad accogliere la vasca antincendio ed il relativo locale pompaggio a servizio degli impianti di spegnimento interni ed esterni alle gallerie.

Il locale antincendio è composto da una vasca di accumulo fuori terra realizzata in cemento armato (vedi tavole allegate per dettaglio) e da un locale pompaggio.

Il locale di pompaggio e la vasca antincendio fuori terra sono posti sullo stesso piano del piano strada.

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 26,1 kW – 28,5 kW, tipo di raffreddamento: aria diretta tramite ventola, 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

Oltre ai cavi scaldanti per la protezione contro il gelo, all'interno della centrale, situati a valle delle valvole di ritegno dei due anelli, è installata una pompa di circolazione in grado di far circolare acqua all'interno dell'anello esterno. Questa circolazione di acqua ha lo scopo di non lasciare acqua ferma nelle tubazioni con il relativo rischio del gelo.

La pompa di circolazione sarà azionata da una sonda di temperatura esterna che la attiverà in caso di temperatura inferiore a 10°C.

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 10 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.

La vasca di accumulo, situata in adiacenza al locale tecnico, sarà realizzata in ca, e avrà 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.

Nell'edificio sarà realizzata una apertura per garantire la ventilazione del locale, di dimensioni minime 1/100 della superficie in pianta. La superficie in pianta del locale è pari a $7 \times 4 = 28 \text{ m}^2$. È stata creata un'apertura per immissione dell'aria di dimensioni pari a $1.2 \times 0.5 = 0.6 \text{ m}^2$, valore superiore a 1/100 come richiesto da normativa. Le aperture devono essere corredate di griglie protettive e serrande di apertura automatica normalmente chiuse o a gravità.

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 aria diretta, di potenza minore di 40 kW. Per garantire il corretto smaltimento del calore, è necessario realizzare un sistema di estrazione aria con presa in posizione adiacente alla motopompa, tale sistema sarà garantito anche in assenza di alimentazione da rete elettrica per il tempo di funzionamento previsto per il sistema antincendio. L'estrattore è stato dimensionato considerando una portata di aria non minore di: $Q = 100 \times P = 100 \times 30 = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$, dove Q è la portata di aria da estrarre in m^3/h , P è la potenza installata in kW. È stata creata un'apertura per l'estrazione d'aria, contrapposta all'apertura di immissione dell'aria, di dimensioni pari a $1.2 \times 0.5 = 0.6 \text{ m}^2$.

L'apertura per l'estrazione dell'aria sarà in posizione opposta rispetto a dove sarà realizzata l'apertura per l'immissione dell'aria fresca.

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 a parete o incassati, posti in corrispondenza del marciapiede lato marcia. Gli idranti sono posti a una distanza massima di 150 m tra di loro.

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

Stante la lunghezza delle gallerie, sono pertanto previsti: n.11 idranti UNI 45 all'interno della galleria di nuova realizzazione, n.7 idranti UNI 45 all'interno della galleria D'Acli, n.4 idranti UNI 45 all'interno della galleria Dei Ciclopi.

Le gallerie esistenti D'Acli e Dei Ciclopi saranno dotate di idranti del tipo UNI 45 installati in cassetta incassata. La galleria di nuova realizzazione sarà dotata di idranti del tipo UNI 45 installati in cassetta esterna o incassata.

Idranti soprasuolo UNI 70 ed attacco motopompa

Esternamente alle gallerie sono previsti: n.2 idranti soprasuolo UNI 70 e n.2 attacchi motopompa all'ingresso ed all'uscita della galleria di nuova realizzazione, n.1 idrante soprasuolo UNI 70 e n.1 attacco motopompa all'ingresso della galleria D'Acli, n.1 idrante soprasuolo UNI 70 all'ingresso della galleria Dei Ciclopi, n.1 idrante soprasuolo UNI 70 e n.1 attacco motopompa all'uscita della galleria Dei Ciclopi, n.1 idrante soprasuolo UNI 70 all'ingresso della galleria Eutenia.

Essi saranno apposti sul ciglio della strada in prossimità degli imbocchi delle gallerie, sul lato di marcia.

Tubazioni

Tutti gli apparecchi saranno collegati ad una rete ad anello con partenza dal locale pompaggio che attraverserà le tre gallerie Dei Ciclopi, Eutenia e D'Acli e si chiuderà dal lato opposto della galleria rispetto all'ubicazione del locale pompaggio, cioè in corrispondenza dell'imbocco della galleria di nuova realizzazione.

La rete sarà composta da tubazioni in PEAD PN16 per quanto riguarda le tubazioni interrato ed all'interno della galleria di nuova realizzazione, ed in acciaio zincato serie media per il tratto tra la stazione di pompaggio e le gallerie esistenti, ed all'interno delle gallerie D'Acli, Eutenia e Dei Ciclopi.

All'interno delle tre gallerie esistenti le tubazioni saranno collocate in corrispondenza del soffitto delle gallerie tramite apposito ancoraggio resistente al fuoco. Mentre nel restante percorso dell'anello le tubazioni saranno del tipo PEAD PN16 interrato ad una profondità non minore di 80 cm per scongiurare il pericolo del gelo.

Le tubazioni in acciaio zincato all'interno delle gallerie Dei Ciclopi e D'Acli, saranno protette contro il gelo da cavo scaldante autoregolante con termostato di attivazione a contatto con la tubazione, per una lunghezza di 150 metri dagli imbocchi. Le tubazioni in acciaio zincato all'interno della galleria Eutenia saranno protette contro il gelo da cavo scaldante autoregolante con termostato di attivazione a contatto con la tubazione per tutta la lunghezza della galleria.

Tutta la tubazione sarà comunque protetta da un rivestimento isolante in lana di roccia di spessore 32 mm e finitura esterna in pvc tipo Isogenopak.

Sarà installata comunque una pompa per garantire il ricircolo dell'acqua all'interno delle tubazioni esterne.

Gli stacchi agli idranti sia UNI 45 che UNI 70 saranno realizzati in acciaio zincato.

L'anello ha inizio all'interno della centrale di pompaggio. Le tubazioni interne alla centrale di pompaggio saranno realizzate in acciaio zincato serie media.

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 interrato, 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 a 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 BY-PASS

Il tunnel è dotato di by-pass, realizzati per consentire la fuga delle persone in caso di emergenza, che devono poter essere classificati come via di fuga protette. Il by-pass ha la funzione di separazione tra i due fornici, pur assicurandone la comunicazione; in caso di incendio in un fornice, esso deve evitare che il fornice contiguo sia invaso dal fumo in occasione dell'apertura delle porte tagliafuoco. In sintesi, il by-pass deve essere in grado di garantire all'incendio la stessa separazione di un muro tagliafuoco privo di aperture. Il by-pass deve essere delimitato 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, i by-pass devono essere dotati di un impianto di ventilazione e pressurizzazione in grado di prelevare aria dal fornice non interessato dall'incendio allo scopo di evitare che vi sia apporto di sostanze tossiche all'interno della via di fuga protetta.

Per adempiere alle succitate prescrizioni occorre assicurare la pressurizzazione del filtro mediante un idoneo sistema di pressurizzazione, alimentato in continuità assoluta. Il sistema di ventilazione, su ognuno dei due lati di ogni by-pass, sarà costituito da:

- Una griglia di presa d'aria sulla parete che separa il bypass dal fornice;
- Un canale di presa aria in lamiera d'acciaio;
- Filtro posto a monte della presa di aspirazione dell'aria;
- n. 2 ventilatori di sovrappressione completi di serranda tagliafuoco;
- Un sistema di serrande, costituito da n.1 serranda di sovrappressione e n.2 serrande tagliafuoco.

Come rilevabile dagli elaborati grafici, per ciascuno dei cinque by-pass a servizio delle gallerie, è installato un impianto di pressurizzazione che lavora secondo le seguenti configurazioni:

- **Fase di emergenza – scenario n.1:** n.4 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.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 VF – scenario n.3:** 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 2 m/s. Ciò, al fine di consentire l'accesso dei Vigili del Fuoco all'interno della galleria stradale interessata dall'incendio.

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, che prelevano aria dalla galleria e la immettono nel collegamento pedonale.

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 filtro chiuse.

In caso di ventilazione sanitaria è necessario che l'aria immessa nella via di fuga ritorni verso il filtro e fuoriesca verso l'alto, in corrispondenza della serranda di sovrappressione. Per ottenere questa circolazione di aria, è prevista l'installazione di una serranda tagliafuoco sulla porta di comunicazione tra la via di fuga protetta ed il filtro, 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 0.8 m x 0.8 m.

Il funzionamento è quindi il seguente:

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

L'apertura della serranda tagliafuoco tra via di fuga e filtro, è vincolata dalla presenza del sensore di chiusura della tagliafuoco tra filtro e galleria. Infatti, in caso di emergenza la tagliafuoco tra filtro e galleria si apre per consentire la ventilazione della via di fuga protetta.

La fine della sequenza di lavaggio si conclude con:

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

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 due 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 arrivati 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 (ventilatori lato canna non interessata dall'incendio)
- 2) apertura della tagliafuoco tra il filtro a prova di fumo e la via di fuga protetta
- 3) accensione del ventilatore. 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
- 4) apertura della tagliafuoco e sovrappressione in serie tra filtro e canna interessata dall'incendio.

L'aria, prelevata, tramite il ventilatore, dalla canna non interessata dall'incendio, si immette nella via di fuga protetta e, dopo aver attraversato il filtro grazie all'apertura della serranda tagliafuoco tra filtro e via di fuga, fuoriesce dalla serranda tagliafuoco posta sopra la porta tra il filtro e la canna interessata dall'incendio. 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, il ventilatore 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, il ventilatore posto in corrispondenza della canna non interessata dall'incendio, mediante l'inverter, potrà 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 canna interessata dall'incendio 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 VWF posto all'interno della via di fuga protetta. In questo caso il ventilatore deve consentire l'accesso dei Vigili del fuoco all'interno della galleria stradale interessata dall'incendio.

Per garantire questo scenario, il ventilatore e tutto il sistema di ventilazione sono stati dimensionati per garantire una velocità di attraversamento dell'aria attraverso le porte aperte pari a 2.0 m/s. Pertanto, il ventilatore posto in corrispondenza della canna non interessata dall'incendio, mediante l'inverter, potrà 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 due per ogni filtro a prova di fumo, di cui uno di riserva all'altro.

Nel caso di rilevamento incendio in corrispondenza di una canna, sarà attivato il ventilatore presente nel filtro a prova di fumo collocato in corrispondenza della canna non interessata dall'incendio. 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 del ventilatore 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.

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.

Nel caso standard 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.

Nel caso eccezionale 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 fornice 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	<p>La <u>stratificazione dei fumi</u> non deve essere turbata:</p> <ul style="list-style-type: none"> • velocità longitudinale dell'aria relativamente debole, • nessun ventilatore in funzione nella zona con presenza di fumi 	<p>Il <u>ritorno dei fumi</u> deve essere evitato:</p> <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 o 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.

In ragione di ciò, in presenza di traffico unidirezionale, 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. Gli acceleratori in galleria saranno messi in moto con direzione di flusso concorde a quella di marcia del traffico.

Strumentazione

Nella galleria di nuova realizzazione 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 5 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 5 sezioni (come visibile sugli elaborati grafici);
- Misuratori di velocità dell'aria (anemometri), in numero 5 sezioni (come visibile sugli elaborati grafici).

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

8. IMPIANTI ELETTRICI – INTERSEZIONE A ROTATORIA SS 45 BIS

A servizio dello svincolo, le opere da realizzare a livello impiantistico saranno composte essenzialmente da:

- Distribuzione generale e linee di alimentazione principale;
- Quadro elettrico di distribuzione illuminazione svincolo;
- Impianto di illuminazione normale.

Distribuzione linee elettriche principali

Rimandando la descrizione dettagliata dei criteri di calcolo ad altre tavole progettuali (calcoli di dimensionamento circuiti elettrici e disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, schemi quadri elettrici) si riportano nel presente capitolo solo le linee guida progettuali.

Gli interventi consistono nella realizzazione degli impianti di illuminazione per la modifica dell'attuale rotatoria.

L'impianto di illuminazione sarà costituito da:

- Quadro illuminazione svincolo – CE2 (QIS-CE2);
- Regolatore di flusso luminoso;
- Interruttore crepuscolare;
- Interruttore orario digitale 2 canali;
- Sistema di distribuzione dell'energia elettrica;
- Centri luminosi costituiti da pozzetti, basamenti, pali e apparecchi di illuminazione

Per la rotatoria è previsto l'alimentazione del quadro in derivazione dalla cabina elettrica CE2.

L'effettivo posizionamento del quadro si potrà evincere dalla tavola generale della cabina elettrica CE2.

L'impianto di distribuzione a valle del quadro elettrico generale QIS-CE2 è previsto con circuiti indipendenti ciascuno destinato ad una zona della rotatoria.

Di seguito si espongono in dettaglio i circuiti previsti per la rotatoria:

- Illuminazione rotatoria;
- Illuminazione ramo 1;
- Illuminazione ramo 2.

Per quanto riguarda i cavi di alimentazione delle suddette linee, la tipologia utilizzata è costituita da cavi unipolari flessibili in alluminio con isolamento in gomma ARG16M16 non propagante l'incendio a norme CEI EN 60332-1-2. La posa avverrà entro tubazioni in PEAD interrato in cavidotto.

Per l'esecuzione di quest'ultimo si dovranno prevedere:

- scavo a sezione obbligata;
- strato di fondo in sabbia di 10 cm;
- tubazione in PVC rigido pesante diam. 110 mm circa, per interro, con sellette di supporto;
- bauletto protettivo superiore in cls di spessore di 10 cm;
- rinterro con materiale di risulta e - a metà quota - posa di nastro o rete isolante di individuazione.

Per i percorsi comuni a più circuiti i conduttori potranno essere posati in un'unica tubazione, rispettando sempre le condizioni di sfilabilità dei cavi stessi secondo le quali il diametro interno del tubo deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti.

Il tracciato del tubo protettivo interrato dovrà essere tale da consentire un andamento rettilineo orizzontale; le curve dovranno essere effettuate con accessori idonei che non dovranno danneggiare i cavi in esse posati.

Per eventuali attraversamenti stradali e da prevedere una profondità di installazione del cavidotto non inferiore a 1 m. Alle estremità di tali attraversamenti sarà prevista una profondità maggiorata per i pozzetti fino a 1,2m.

Inoltre nei pali stradali sarà prevista una morsettiera per la derivazione del circuito monofase di alimentazione dell'apparecchio illuminante. La derivazione al corpo illuminante è prevista tramite una morsettiera con cavo ARG16M16 di sezione pari a $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$, posato con tubo PVC flessibile.

La morsettiera dovrà prevedere un dispositivo porta fusibile con fusibile per la protezione del circuito, garantendo la protezione per cortocircuito minimo. La morsettiera svolge anche la funzione di giunzione per il cavo trifase principale del circuito.

Le eventuali giunzioni effettuate nei pozzetti devono comunque garantire un grado di protezione non inferiore ad IP57.

Quadri elettrici

Il punto di alimentazione della rotatoria è previsto all'interno della cabina elettrica CE2, indicato nelle planimetrie di progetto dove verranno installati anche tutti i quadri facenti parte la cabina elettrica CE2.

Il quadro elettrico sarà costituito da armadio con grado di protezione non inferiore a IP31, con carpenteria metallica, completo di serratura agibile mediante chiave di sicurezza.

L'equipaggiamento del quadro comprenderà:

- sezionatore generale;
- scaricatore di sovratensione;
- lampade di presenza tensione;
- regolatore di flusso luminoso ad onde convogliate: tale sistema, attraverso un gestore delle onde convogliate installato su ogni quadro, consente una comunicazione verso le apparecchiature installate in campo (a bordo di ogni apparecchio illuminante), con l'obiettivo di gestire e controllare il flusso luminoso emesso da ogni apparecchio illuminante, secondo configurazioni di funzionamento preimpostate.
- per le linee in uscita, interruttori magnetotermici con curva d'intervento di tipo C;
- per il circuito ausiliario, interruttore magnetotermico differenziale 30 mA istantaneo;
- interruttore orario, sensore crepuscolare, commutatori di by-pass e contattori per inserzione e disinserzione delle linee che costituiscono l'impianto.

Impianto di illuminazione

Gli aspetti illuminotecnici assunti nella progettazione sono stati dedotti dalle attuali normative UNI EN 11248. In particolare, per l'identificazione della classe d'illuminamento si è fatto riferimento a quanto prescritto dalla norma citata, mentre per la definizione dei parametri illuminotecnici da conseguire con l'impianto a progetto si è applicata la norma EN 13201 – Parte 2.

Per quanto riguarda i calcoli illuminotecnici, ci si è avvalsi dei programmi software DIALUX e OXYTECH con l'inserimento di apparecchi illuminanti di produzione FIVEP. Il programma è comunque tecnicamente valido ed i risultati a cui conduce (illuminamenti puntuali, illuminamenti medi, uniformità, luminanze) non sono significativamente dissimili da quelli calcolati con programmi di altre Case Costruttrici.). Resta dunque inteso che gli specifici apparecchi illuminanti impiegati nei calcoli non costituiscono una scelta obbligata per l'Impresa esecutrice, ma unicamente l'individuazione delle caratteristiche costruttive generali tecnico-qualitative degli apparecchi, nonché dei valori illuminotecnici da conseguire.

Sarà pertanto possibile in fase di esecuzione proporre l'impiego di prodotti equivalenti di altri Costruttori che, ovviamente, dovranno possedere i requisiti costruttivi richiesti e conseguire i risultati illuminotecnici prescritti.

Ramo 1 e Ramo 2 – SS 45bis

Relativamente alla classificazione illuminotecnica sono stati assunti i parametri caratteristici di base riportati all'interno della tabella n.1; essi saranno comunque oggetto di approvazione a cura degli Enti proprietari/gestori:

Parametro della norma EN 11248	Viabilità ordinaria
Velocità tipica utente principale [km/h]:	40
Utente principale	traffico motorizzato
Condizione atmosferica prevalente	Asciutto
Svincoli [n/km]	No
Intersezioni / densità [n/km]	No
Complessità del campo visivo	Normale
Difficoltà della guida	Normale
Dispositivi geometrici rallentatori del traffico	No
Zona di conflitto	No

Tabella 2 : parametri caratteristici di base

In funzione dei parametri di cui sopra è stata realizzata la classificazione delle strade e l'individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi del rischio (norma UNI 11248).

La valutazione di cui sopra ha comportato una categoria illuminotecnica di ingresso C3 (Strade locali urbane tipo F) che, secondo norma UNI EN 13201-2, richiede i seguenti valori di rispetto per il calcolo illuminotecnico:

- Illuminamento minimo mantenuto (lx) E: 15;
- Uniformità minima U₀: 0,40

In funzione dei suddetti parametri, l'impianto è stato previsto con armature stradali installate a testa palo, del tipo a LED da 53W, 230 V, classe II, IP66, ottica asimmetrica stradale, driver integrato, con corpo in pressofusione in lega di alluminio schermo in vetro piano temperato e lenti PMMA ad alta trasparenza.

I pali saranno di tipo conico diritto mediante laminazione a caldo di tubi ERW, in acciaio calmato del tipo FE 430 UNI-EN 10025 con zincatura a caldo in bagno di zinco fuso secondo le norme UNI-EN 40/4; altezza fuori terra 8 m, dotati di accessorio per attacco a testa-palo.

Rotatoria – SS 45bis

Relativamente alla classificazione illuminotecnica sono stati assunti i parametri caratteristici di base riportati all'interno della tabella n.2; essi saranno comunque oggetto di approvazione a cura degli Enti proprietari/gestori:

Parametro della norma EN 11248	Viabilità ordinaria
Velocità tipica utente principale [km/h]:	30
Utente principale	traffico motorizzato
Condizione atmosferica prevalente	Asciutto
Svincoli [n/km]	No
Intersezioni / densità [n/km]	No
Complessità del campo visivo	Normale
Difficoltà della guida	Normale
Dispositivi geometrici rallentatori del traffico	No
Zona di conflitto	Cospicua

Tabella 3 : parametri caratteristici di base - Rotatoria

In funzione dei parametri di cui sopra è stata realizzata la classificazione delle strade e l'individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi del rischio (norma UNI 11248).

La valutazione di cui sopra ha comportato una categoria illuminotecnica di ingresso C3 (Strade locali urbane tipo F), aumentata a C2 a seguito della seguente analisi di rischio:

- Zona di conflitto: Cospicua.

La suddetta categoria C2, secondo norma UNI EN 13201-2, richiede i seguenti valori di rispetto per il calcolo illuminotecnico:

- Illuminamento minimo mantenuto (lx) E: 20;
- Uniformità minima Uo: 0,40

In funzione dei suddetti parametri, l'impianto è stato previsto con armature stradali installate a testa palo, del tipo a LED da 78W, 230 V, classe II, IP66, ottica asimmetrica stradale, driver integrato, con corpo in pressofusione in lega di alluminio schermo in vetro piano temperato e lenti PMMA ad alta trasparenza.

I pali saranno di tipo conico diritto mediante laminazione a caldo di tubi ERW, in acciaio calmato del tipo FE 430 UNI-EN 10025 con zincatura a caldo in bagno di zinco fuso secondo le norme UNI-EN 40/4; altezza fuori terra 8 m, dotati di accessorio per attacco a testa-palo.

Impianto di terra

L'impianto di terra a servizio dell'illuminazione stradale non sarà realizzato, essendo stata scelta la modalità di protezione in Classe II (doppio isolamento).

A tale scopo dovranno essere in Classe II tutti i singoli componenti, con particolare riferimento agli apparecchi illuminanti.

Già a doppio isolamento risultano, invece, i cavi previsti, occorrerà tuttavia garantire il ripristino della suddetta caratteristica in corrispondenza delle derivazioni, impiegando al riguardo guaine isolanti termorestringenti od altri sistemi atti a conseguire analogo risultato.

Per il completamento dell'impianto si renderà inoltre necessaria la verifica dell'effettivo ottenimento della Classe II mediante misura, da parte dell'Impresa esecutrice, della resistenza d'isolamento fra le masse e terra, che dovrà risultare superiore a 0,5 M Ω .

9. IMPIANTO ELETTRICO GALLERIE

A servizio delle gallerie, le opere da realizzare a livello impiantistico, saranno composte essenzialmente da:

- Distribuzione generale e linee di alimentazione principale MT/BT;
- Quadri elettrici di distribuzione primaria e secondaria;

- Impianto elettrici e speciali all'interno dei locali tecnici;
- Impianto di illuminazione normale e di emergenza all'interno delle gallerie;

Gli interventi consistono nella realizzazione degli impianti a servizio della nuova galleria, e delle gallerie D'Acli, Eutenia e dei Ciclopi, compresi gli impianti elettrici e speciali a servizio dei locali tecnici.

A tale scopo l'impianto elettrico per gli impianti di cui sopra interesserà:

- Nuova cabina elettrica MT/BT CE1 a servizio del 50% della galleria di nuova realizzazione e della galleria D'Acli;
- Nuova cabina elettrica MT/BT CE2 a servizio del rimanente 50% della galleria di nuova realizzazione, della galleria Eutenia, della galleria dei Ciclopi e della rotatoria.

Distribuzione linee elettriche principali

Rimandando la descrizione dettagliata dei criteri di calcolo ad altre tavole progettuali (calcoli di dimensionamento circuiti elettrici e disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici, schemi quadri elettrici) si riportano nel presente capitolo solo le linee guida progettuali.

L'impianto elettrico della cabina CE1 è costituito da:

- Collegamento dell'alimentazione generale al punto di consegna in locale dedicato;
- Quadro media tensione QMT-CE1;
- Quadro generale QG-CE1;
- Complesso di rifasamento automatico per fattore di potenza $>0,95$;
- Quadro servizi cabina QSC-CE1;
- Quadro illuminazione galleria QIG-CE1 per comando/sezionamento/protezione:
 - o Impianto illuminazione permanente, con regolatore di flusso;
 - o Impianto illuminazione di rinforzo, con regolatore di flusso;
- Gruppo statico di continuità 80 kVA;
- Quadro UPS-CE1, con regolatore di flusso per illuminazione di emergenza;
- Quadro by-pass_BP_05-CE1 (installato all'interno del by-pass 05);
- Quadro by-pass_BP_04-CE1 (installato all'interno del by-pass 04);
- Quadro by-pass_BP_03-CE1 (installato all'interno del by-pass 03);
- Quadro ventilazione QV-CE1;

L'impianto elettrico della cabina CE2 è costituito da:

- Collegamento dell'alimentazione generale al punto di consegna in locale dedicato;
- Quadro media tensione QMT-CE2;
- Quadro generale QG-CE2;
- Complesso di rifasamento automatico per fattore di potenza >0,95;
- Quadro servizi cabina QSC-CE2;
- Quadro illuminazione galleria QIG-CE2 per comando/sezionamento/protezione:
 - o Impianto illuminazione permanente, con regolatore di flusso;
 - o Impianto illuminazione di rinforzo, con regolatore di flusso;
- Gruppo statico di continuità 80 kVA;
- Quadro UPS-CE2, con regolatore di flusso per illuminazione di emergenza;
- Quadro by-pass_BP_02-CE2 (installato all'interno del by-pass 02);
- Quadro by-pass_BP_01-CE2 (installato all'interno del by-pass 01);
- Quadro ventilazione QV-CE1;
- Quadro illuminazione svincolo QIS-CE2;
- Quadro centrale antincendio QCA-CE2.

L'effettivo posizionamento di detti quadri sarà valutato in sede di progettazione esecutiva.

La fornitura di energia elettrica per ogni cabina elettrica CE1 e CE2 dovrà avvenire in media tensione a 20kV (da confermarsi previo accordi con ente erogatore locale), frequenza 50 Hz, sistema TN-S trifase + neutro per BT e terra separate con potenza adeguata al carico installato.

Per entrambe le cabine è previsto un UPS dedicato per l'illuminazione di emergenza in galleria in tal modo in mancanza rete è possibile alimentare senza soluzione di continuità metà dei circuiti permanenti di illuminazione per un tempo non inferiore a 30'.

Rientrano nell'ambito del presente capitolo le condutture elettriche (cavi e relativi componenti di posa), che realizzeranno i collegamenti fra il quadro elettrico QMT-CE ed il quadro QG-CE e fra il quadro QG-CE ed i quadri elettrici a valle posti in cabina, nonché i collegamenti ai quadri elettrici a servizio delle utenze tecnologiche ed ai carichi specifici (stazione pompaggio antincendio da CE2).

Dette linee saranno dimensionate sulla base di appositi calcoli elettrici, nei quali sono prese in considerazione le portate nelle specifiche condizioni di posa, le cadute di tensione, i coordinamenti con le relative protezioni.

I cavi previsti saranno essenzialmente dei tipi:

- FG18OM16-0,6/1 kV a norme CEI 20-22/20-37/20-38 e Regolamento UE n.305/11;

- FTG10(O)M1-0,6/1 kV non propaganti l'incendio e resistenti al fuoco per 3 ore a norme CEI 20-22/20-36/20-45, impiegati esclusivamente nei circuiti di sicurezza, quali l'alimentazione dell'ascensore antincendio.

Come derivante dalle sigle sopraindicate e relativamente ai cavi, si richiama esplicitamente la necessità di impiegare cavi CPR, che corrispondano ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011 e siano conformi al D. Lgs. n. 106 del 16.6.2017 ed alla norma CEI 64-8 V4.

Per quanto riguarda i cavi all'esterno la posa avverrà entro tubazioni in PEAD interrate in specifici cavidotti comprensivi di pozzetti di derivazione e/o infilaggio; negli eventuali casi di posa in canaline metalliche queste saranno del tipo chiuso, in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, complete di coperchio, supporterie ed accessori vari di montaggio.

All'interno la posa potrà avvenire entro tubazioni in PVC oppure entro elementi strutturali o entro canaline/passarelle prevalentemente del tipo a filo di acciaio saldato, complete di curve, pezzi speciali, separatori e supporterie; in ambienti particolari, le canaline potranno essere in PVC autoestinguente, comunque sempre dotate di coperchio, curve, pezzi speciali, supporterie e separatori per altri servizi.

Per alimentazioni specifiche potranno anche essere impiegati cavi unipolari tipo FG17-450/750 V, comunque sempre entro tubazioni in PVC pesante autoestinguente.

I passaggi delle condutture portacavi attraverso pareti e solette di compartimentazione tagliafuoco, saranno sigillati con sbarramenti antifiamma a lastre, a mastice o a sacchetti, atti a ripristinare la classe di resistenza al fuoco della compartimentazione.

I componenti utilizzati allo scopo tuttavia dovranno essere, per quanto possibile, facilmente rimovibili per permettere senza difficoltà la posa di eventuali futuri cavi aggiuntivi.

Le eventuali derivazioni e/o giunzioni saranno sempre effettuate entro apposite cassette in materiale isolante autoestinguente, aventi grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione ed in generale \geq IP44 all'interno e \geq IP55 all'esterno, dotate di morsetti in esecuzione IPXXB onde evitare i possibili contatti diretti con parti in tensione.

Cabine di trasformazione MT/BT CE1 e CE2

Come già anticipato, ognuno dei due fornicci delle gallerie avrà la consegna dell'energia elettrica in media tensione da parte dell'ente fornitore, in apposito manufatto predisposto a tale scopo e situato all'esterno della galleria.

Per ognuno delle suddette cabine di seguito si elencano i locali previsti:

- Locale Ente fornitore energia elettrica;
- Locale misure;

- Locale MT/BT;
- Locale quadri elettrici;
- Locale impianti speciali.

In detta struttura sarà realizzata la cabina di trasformazione MT/BT, equipaggiata con due trasformatori, atti a fornire tutta la potenza elettrica richiesta, uno in riserva all'altro.

Inoltre, Oltre agli impianti di illuminazione, FM e vari all'interno del locale costituente la cabina in oggetto, le dotazioni saranno completate con:

- pulsanti di sgancio energia (di cui uno per sganciare la media tensione, uno per sganciare il gruppo elettrogeno, ed uno per lo sgancio dell'UPS che alimenta l'impianto di emergenza a servizio della galleria);
- guanti isolanti entro custodia;
- pedana isolante per M.T.;
- tappeti isolanti per b.t.;
- lampada di emergenza portatile;
- cartelli monitori ed antinfortunistici;
- schema unifilare a parete;
- mezzi e componenti antinfortunistici di legge.

Estintori ed eventuali impianti di ventilazione/raffrescamento saranno presenti, ma rientreranno nell'ambito di altre categorie impiantistiche e pertanto esulano dal presente progetto.

Sulla base di quanto esposto ogni cabina in oggetto sarà essenzialmente costituita da:

- Quadro elettrico media tensione (QMT);
- Trasformatore di potenza;
- Quadro elettrico di protezione generale in bassa tensione (QG);
- Complesso di rifasamento automatico per fattore di potenza $>0,95$;
- Quadro servizi di cabina (QSC);
- Quadro illuminazione galleria (QIG);
- Gruppo di continuità per servizi ausiliari di cabina;
- Gruppo statico di continuità 80 kVA per servizi di emergenza galleria;
- Linee di interconnessione di potenza in media e bassa tensione e per ausiliari (segnalazioni, allarmi, ecc.);
- Opere e componenti vari;

- Quadro centrale antincendio QCA (valido solo per CE2), situato in locale dedicato per l'impianto idrico antincendio.

Quadro elettrico in media tensione QMT

Ognuna delle due cabine CE1 e CE2 sarà equipaggiata da quadro elettrico di media tensione QMT.

Il quadro elettrico in media tensione sarà in esecuzione protetta dall'arco interno fino a 12,5 kA per 1 s sul fronte e sui lati e costituito da pannelli prefabbricati, con struttura in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, atti a costituire una struttura chiusa su tutti i lati con accessibilità dal fronte mediante porte incernierate, verniciatura a forno con superfici semilucide, goffrate e verniciate.

Ogni pannello sarà dotato di sistema trifase di sbarre omnibus in rame elettrolitico completo di supporti isolanti, di sbarra generale di messa a terra in piatto di rame elettrolitico con predisposizione per raccordo alla rete generale di terra, cavi per ausiliari di misura, segnalazione e blocchi in conduttori FG17-450/750 V con sezione minima 1,5 mm² entro tubazioni o canalette isolanti, morsettiere per circuiti ausiliari di tipo componibile, targhe indicatrici, sistema di interblocchi per impedire l'accesso a parti in tensione e l'effettuazione di false manovre, golfari di sollevamento, oblò di ispezione, cartelli monitori, schema elettrico ed istruzioni di manovra.

Il quadro presenterà grado di protezione minimo IP30 (esterno) e IP20 (interno fra le celle) e sarà composto da 1 pannello, e cioè il pannello di protezione trasformatore.

Le principali caratteristiche generali del quadro saranno:

Tensione di alimentazione primaria	20.000V o altra, come da successiva comunicazione ufficiale da parte del fornitore di energia elettrica, circa le caratteristiche della fornitura di energia elettrica
Tensione di isolamento	24.000 V
Tensione di utilizzazione secondaria	400/230V
Tensione ausiliaria	230V c.a.
Corrente nominale delle sbarre	630A
Grado di isolamento dei circuiti ausiliari	2,5kV

Corrente ammissibile di breve durata	16 kA per 1s
Potere di interruzione degli interruttori	≥ 16 kA alla tensione nominale
Conformità alle specifiche della norma	CEI 0-16 in vigore.

Il quadro avrà all'interno una tasca per il contenimento dello schema elettrico ed all'esterno, su una delle pareti accessibili, una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;
- data di costruzione;
- grado di protezione,
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.

Gli stessi dati saranno riportati in chiaro sullo schema contenuto nella tasca interna.

Lo scomparto di protezione dei trasformatori sarà equipaggiato con spazio per terminali a 24 kV, sistema di sbarre 630 A, indicatore di presenza tensione, interruttore magnetotermico in esafluoruro di zolfo (SF6) - 24 kV - 630 A - 16 kA completo di comando a motore e di protezioni 50/51-51N, sezionatori di isolamento e di terra a monte dell'interruttore, sezionatore di terra a valle, trasformatori di corrente, cella per ausiliari b.t., blocchi a chiavi, contatti e circuiti ausiliari, toroide omopolare chiuso ed accessori vari e componenti necessari per il rispetto di tutti i requisiti della norma CEI 0-16.

N.B.: non appena in possesso del valore della tensione di alimentazione dall'ente di fornitura dell'energia elettrica, questo sarà comunicato all'Impresa esecutrice; in ogni caso, prima di procedere con l'approvvigionamento del quadro in oggetto, l'Impresa esecutrice, se non avrà ricevuto comunicazione al riguardo, dovrà richiedere espressamente alla D.L. il valore da considerare.

Trasformatore di potenza TR

Ognuna delle due cabine CE1 e CE2 sarà equipaggiata da trasformatore di tipo trifase per interno, con isolamento in resina e con le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale	500 kVA
Tensione primaria	20.000V o altra, come da successiva comunicazione ufficiale da parte del fornitore di

	energia elettrica, circa le caratteristiche della fornitura di energia elettrica
Tensione secondaria a vuoto	400V + neutro
Frequenza	50 Hz
Raffreddamento	a circolazione naturale d'aria
Collegamenti primario	a triangolo
Collegamenti secondario	a stella con neutro accessibile
Gruppo CEI	Dyn 11
Commutatore di tensione primaria a vuoto	$\pm 2 \times 2,5\%$
Dotazioni	terna di termosonde e relativa centralina di rilevamento ed allarme
Classi	F1 - C2 - E2
Tensione di corto circuito percentuale Vcc%	6%
Costruzione collaudi	secondo EN 50541 ed EU 584/2014

Essi saranno inoltre dotati di targhe e componenti accessori vari (come prescritti dalle normative di prodotto) e montati entro Box di protezione dal contatto con oggetti solidi e liquidi ed impedisce agli operatori di entrare in contatto con parti in tensione completo di serratura AREL, bandella di terra, alettatura di aerazione ed oblò di ispezione.

N.B.: non appena in possesso del valore della tensione di alimentazione dall'ente di fornitura dell'energia elettrica, questo sarà comunicato all'Impresa esecutrice; in ogni caso, prima di procedere con l'approvvigionamento del quadro in oggetto, l'Impresa esecutrice, se non avrà ricevuto comunicazione al riguardo, dovrà richiedere espressamente alla D.L. il valore da considerare.

Quadro elettrico generale di bassa tensione QG

Ognuna delle due cabine CE1 e CE2 sarà equipaggiata di quadro elettrico di bassa tensione QG.

Nella cabina in oggetto sarà installato il quadro elettrico di protezione generale b.t., che sarà connesso al trasformatore ed alimenterà - oltre al quadro di rifasamento automatico i quadri secondari posti in cabina.

In termini generali detto quadro sarà costituito da pannelli o armadi metallici, per appoggio a pavimento, in lamiera metallica pressopiegata di spessore non inferiore a 2 mm, con chiusura su fianchi, retro e base e con verniciatura a forno in colore grigio RAL 7030.

Le connessioni fra l'interruttore generale e gli interruttori posti in dipendenza saranno realizzate in bandella di rame o cavi CPR; le linee in uscita saranno attestate agli attacchi inferiori degli interruttori per sezioni superiori o pari a 16 mm² e ad appositi morsetti per sezioni inferiori; gli eventuali contatti ausiliari saranno sempre riportati su apposita morsettiera.

Gli interruttori saranno dotati di relè magnetotermici o magnetotermici differenziali, avranno potere d'interruzione adeguato al punto di installazione, saranno correlati con le protezioni a monte ed atti a sopportare il valore dell'energia passante a cui possono essere soggetti. Il potere di interruzione dei singoli interruttori sarà sempre maggiore della massima corrente di corto circuito che può verificarsi immediatamente a valle degli stessi.

Gli strumenti di misura elettromagnetici saranno del tipo da incasso, in classe di precisione 1,5, con scala diretta già comprensiva dell'eventuale fattore di moltiplicazione dei trasformatori di misura.

Questi saranno del tipo in aria e idonei a fornire le prestazioni richieste dagli strumenti di misura con precisione corrispondente alla classe 1,5.

Il quadro sarà completo di golfari di sollevamento e trasporto, di collettore di terra in piatto di rame di sezione non inferiore a 60 mm² per tutta la lunghezza del quadro stesso e di collegamenti in treccia di rame flessibile sez. 16 mm² per tutte le portelle incernierate, di targhette indicatrici e monitoriche e di schema elettrico.

Ulteriori caratteristiche - per quanto applicabili - saranno le seguenti:

- grado di protezione = IP31
- forma = F4
- tensione normale di esercizio = 400/230 V
- tensione di isolamento = 660 V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto = 3.5 kV per i circuiti di potenza e 2 kV per i circuiti ausiliari
- frequenza = 50 Hz

La struttura del quadro sarà dotata di portelle frontali con chiusura a chiave o mediante apposito attrezzo e dovrà avere dimensioni tali da garantire una possibilità di ampliamento dell'equipaggiamento attuale pari ad almeno il 20%.

Il quadro prevedrà differenti pannelli frontali ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, morsettiere, interruttori, ecc..) modularmente ampliabili per adattarli alle esigenze più varie.

I pannelli destinati agli interruttori modulari passo 17,5 mm non saranno sfruttati totalmente e garantiranno una quantità di spazi vuoti di circa il 20%.

Con la fornitura in opera del quadro dovranno essere consegnati i relativi certificati di accettazione e collaudo secondo EN 61439, nonché delle prove di tipo (riscaldamento, corrente di breve durata, isolamento, ecc..) ed inoltre i manuali d'uso e manutenzione con le caratteristiche tecniche di tutti i componenti impiegati.

Per ulteriori caratteristiche di tipo generale si rimanda al capitolo 5.2.9 quadri elettrici secondari.

Quadro rifasamento automatico QRIF

Il trasformatore presente in ognuno delle cabine CE1 e CE2 sarà rifasato limitatamente alle perdite a vuoto con banco di condensatori fisso da 10 kVAr.

Per rifasare l'impianto (si prevede di ottenere un fattore di potenza non inferiore a 0,95) è stata prevista per ogni cabina l'installazione di 1 centralina di rifasamento di potenza pari a 80 kVAr ciascuna.

Quadro elettrico ed impianti di cabina QSC

Ognuna delle due cabine CE1 e CE2 sarà equipaggiata da quadro elettrico di cabina QSC.

Tutti gli impianti elettrici di cabina saranno sottesi a tale specifico quadro, che ne alimenterà dunque gli impianti di illuminazione, di forza motrice per prese di servizio, di eventuale raffrescamento/ventilazione ed i servizi ausiliari.

Detto quadro sarà costituito da carpenteria metallica \geq IP31 con portella frontale trasparente con chiusura a chiave, avente caratteristiche costruttive generali corrispondenti - per quanto applicabili - ai requisiti esposti nel capitolo dedicato ai quadri elettrici secondari.

Gruppo di continuità statico di cabina

Ognuna delle due cabine CE1 e CE2 sarà equipaggiata dal gruppo statico di continuità per l'alimentazione dei servizi essenziali di cabina. Il gruppo di continuità statico sarà di tipo monofase ON LINE biconversione con batterie atte a garantire un'autonomia di ≥ 60 minuti e potenza nominale di 2 kVA.

Gruppo di continuità statico per illuminazione di emergenza

In ottemperanza al D.M. 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali" è stata realizzata un'illuminazione di emergenza sottesa ad un gruppo di continuità statico in grado di garantire un livello minimo di 1cd/mq sull'intera galleria per un tempo minimo di 30 minuti.

E' quindi previsto sia per la cabina CE1 che CE2, l'installazione di un UPS da 80 kVA con le seguenti caratteristiche:

Potenza d'uscita	80KVA
Tensione d'uscita nominale	400 V
Distorsione tensione di uscita	< 5%
Frequenza di uscita	50/60 Hz +/- 5%
Fattore di cresta	2,5:1
Funzionamento in condizioni di sovraccarico	60 s al 120% e 30 s al 145%
Tipo di connessione in ingresso	400V
Frequenza in ingresso	45-65Hz
Distorsione armonica totale d'ingresso	< 5% a pieno carico
Umidità relativa di funzionamento	0 - 95%
Altezza di funzionamento	0 - 1000 m
Grdo di protezione	IP20
Autonomia	60 min

Grado di protezione armadio batterie	IP30
Temperatura di funzionamento armadio batterie	0 – 40 °C

L'UPS dovrà essere conforme alle norme EN 50171, EN 50272-2, EN 62040-1.

Tali UPS alimentati dalla rete, attraverso due linee dedicate di cui una di by-pass forniscono l'energia elettrica con tensione stabilizzata alle seguenti utenze:

- segnaletica luminosa;
- circuiti d'illuminazione di emergenza in galleria (50% illuminazione permanente);
- cartello luminoso freccia croce;
- luce emergenza galleria non illuminata;
- luce emergenza centrale antincendio, locali tecnici, by pass, ecc...

Al mancare della rete o, in generale, all'apertura dell'interruttore d'arrivo delle linee di alimentazione della sezione in continuità, le utenze sottese ai circuiti di cui sopra, rimangono alimentate dall'UPS tramite le proprie batterie.

Quadri elettrici secondari

Per la distribuzione elettrica secondaria (essenzialmente per illuminazione e forza motrice) in particolare nei locali tecnici e nella galleria sono previsti specifici quadri, che sottenderanno impianti facenti parte di aree aventi destinazione d'uso comune e/o di estensioni per quanto possibile equilibrate e saranno alimentati dal quadro elettrico generale b.t. (QG) tramite le linee principali descritte nel precedente capitolo.

In termini generali, si riportano qui di seguito le principali caratteristiche qualitative e costruttive, a cui - per quanto applicabili - si uniformeranno i quadri secondari considerati nel presente capitolo:

- grado di protezione (nei locali tecnici) = \geq IP55 (se all'esterno o nei by pass) o \geq 31
- tensione normale di esercizio = 400/230 V
- tensione di isolamento = 660 V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto = 3,5 kV per i circuiti di potenza e 2 kV per i circuiti ausiliari
- frequenza = 50 Hz

La struttura dei quadri sarà in lamiera d'acciaio pressopiegata di spessore non inferiore a circa 2 mm e sarà dotata di portella frontale in plexiglas o in cristallo temperato, anch'essa con chiusura a chiave o mediante apposito attrezzo.

La verniciatura esterna ed interna sarà con prodotti epossidici in colore RAL 7030 o altro a scelta del Committente, previo trattamento di fosfatazione e primo strato di vernice di fondo.

Le connessioni fra gli interruttori generali e gli interruttori posti in dipendenza saranno realizzate in bandelle di rame oppure in cavi conformi al Regolamento UE n. 305/11 ed alla norma 64-8 V4 (FG17-450/750 V o FG16OM16-0,6/1 kV); le linee in uscita saranno attestate agli attacchi inferiori degli interruttori per sezioni superiori o pari a 16 mm² e ad appositi morsetti per sezioni inferiori; gli eventuali contatti ausiliari saranno sempre riportati su apposita morsettiera.

Gli interruttori saranno dotati di relè magnetotermici e/o differenziali, come da schemi allegati, avranno potere d'interruzione adeguato al punto di installazione e comunque non inferiore a 6 kA, saranno correlati con le protezioni a monte ed atti a sopportare il valore dell'energia passante a cui possono essere soggetti.

I quadri saranno completi di sistema di fissaggio e di collegamenti in treccia di rame flessibile sez. 16 mm² per le portelle incernierate, se costituenti masse estranee.

Inoltre le carpenterie dei quadri stessi dovranno avere dimensioni tali da garantire una possibilità di ampliamento dell'equipaggiamento attuale pari ad almeno il 20%.

Ulteriori requisiti saranno - per quanto applicabili - anche quelli indicati nel seguito.

I quadri saranno realizzati prevalentemente con carpenterie e componenti prefabbricati di tipo modulare, strutture portanti principali completabili con un'unica serie unificata di portelli frontali ed interni, pannelli frontali fissati con 4 viti, pannelli interni fissati su guide a "C" saldate sulle fiancate, possibilità di regolazione fine della profondità di fissaggio, installazione rapida delle apparecchiature modulari, elementi costituiti in lamiera di acciaio saldata elettricamente per punti, spessore 15/10, verniciatura con speciale processo di plastificazione con polveri epossidiche, accessori di fissaggio e telai interni costituiti da acciaio zincato passivato, pannellature frontali ed interne, profilati, rotaie, staffe di larghezza modulare 400, 600, 800 mm, pannellatura frontale in lamiera (ingombro modulare 200, 400, 600, 800 mm); pannelli interni fissi o incernierati, con alettature per ventilazione convettiva e forzata, per l'installazione di strumenti di misura, pannellatura interna; pannelli portapparecchi interni (ingombro modulare 400, 600 mm), asolati (ingombro modulare 200 mm), fianchi asolati profilati a "C" ed a "U", rotaie DIN 32 e DIN 35, staffe; accessori interni: bulloni, dadi, squadrette, piastrene, connessioni in rame elettrolitico (barratura modulare).

L'esecuzione sarà di tipo per installazione a pavimento o a parete, con base, montanti, zoccolo, coperchio superiore, pannelli di chiusura laterali con serratura o di fondo, porte frontali con cristallo o plexiglas e serratura.

I quadri prevedranno differenti pannelli frontali ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, morsettiere, interruttori, ecc..) modularmente ampliabili per adattarli alle esigenze più varie.

I pannelli destinati agli interruttori modulari passo 17,5 mm non saranno sfruttati totalmente e garantiranno una quantità di spazi vuoti di circa il 20%. In genere la profondità dei quadri non sarà inferiore a 200 mm.

Per il cablaggio verranno utilizzate barrette di distribuzione abbondantemente dimensionate e cavi di sezione adeguata (per l'alimentazione degli interruttori) o morsettiere con setti separatori in PVC, per l'attestamento dei circuiti di partenza.

I collegamenti di alimentazione ai singoli interruttori faranno capo alle barrette in Cu di distribuzione generale preforate e le uscite alle morsettiere menzionate sopra.

I conduttori in uscita dagli interruttori avranno un numero di identificazione che sarà riportato anche sui corrispondenti morsetti e sugli schermi forniti a corredo del quadro.

La morsettiera d'ingresso ed i morsetti dell'interruttore saranno dotati di schermo di protezione.

I conduttori di collegamento tra barrette collettrici preforate a valle degli interruttori generali e gli interruttori derivati e tra questi e le morsettiere dovranno avere le seguenti sezioni:

- 6 mm² per interruttori con portata sino a 25 A;
- un calibro superiore a quello della linea di uscita corrispondente per quelli superiori.

Particolare cura sarà osservata nell'esatta ripartizione del carico su tutte le fasi.

Tutte le apparecchiature saranno dotate di targhette per l'identificazione dell'utenza; le targhette avranno spessore di circa 0,4 mm e saranno avvitare sulla carpenteria del quadro.

Gli eventuali trasformatori per l'alimentazione dei circuiti ausiliari saranno di sicurezza (secondo CEI 64-8): detti trasformatori avranno il neutro o la presa centrale efficacemente connessi a terra; non saranno mai utilizzati autotrasformatori e tutti i trasformatori saranno installati nella parte alta dei quadri e le carpenterie in tali zone saranno adeguatamente ventilate.

Qualora esistano nello stesso quadro tensioni differenti o apparecchiature che, pur avendo le stesse tensioni, appartengano a sistemi differenti, queste dovranno risultare fisicamente separate dalle altre ed alloggiare entro pannelli a loro uso esclusivo; i percorsi dei conduttori di sistemi differenti saranno effettuati con canaline specifiche ed indipendenti.

I quadri avranno all'interno una tasca per il contenimento del relativo schema elettrico ed all'esterno, su una delle pareti accessibili, una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;

- data di costruzione;
- grado di protezione;
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.

Gli stessi dati saranno riportati in chiaro sullo schema contenuto nella tasca interna.

Tutti gli interruttori saranno provvisti di protezione termica e magnetica per ogni polo interrotto.

La portata degli interruttori sarà dimensionata per una corrente di circa 1.1 volte la corrente presunta di esercizio e la taratura sarà adeguata alla portata nominale dei conduttori in uscita.

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in modo che:

- sia sempre protetta contro i contatti diretti e indiretti la linea uscente per tutta la sua lunghezza;
- siano coordinati selettivamente, ove possibile, gli interruttori presenti in cascata.

Tutti gli interruttori con relè differenziali incorporati, quando non diversamente indicato, avranno una sensibilità di 0,03 A in classe A.

I contattori montati nei quadri saranno tutti di categoria AC3, se non per l'eventuale comando di condensatori nel qual caso sono previsti contattori di categoria AC4.

I fusibili a protezione dei circuiti ausiliari saranno bipolari e del tipo sezionabile.

Con la fornitura in opera dei quadri dovranno essere consegnati i relativi certificati di accettazione e collaudo secondo CEI 17-13, nonché delle prove di tipo (riscaldamento, corrente di breve durata, isolamento, ecc..) ed inoltre i manuali d'uso e manutenzione con le caratteristiche tecniche di tutti i componenti impiegati.

Quadri elettrici ventilazione

Per l'alimentazione ai servizi di ventilazione della nuova galleria sarà prevista la realizzazione di un quadro b.t. (QV).

In termini generali, si riportano qui di seguito le principali caratteristiche qualitative e costruttive, a cui - per quanto applicabili - si uniformeranno i quadri secondari considerati nel presente capitolo:

- grado di protezione = \geq IP55
- tensione normale di esercizio = 400/230 V
- tensione di isolamento = 660 V

- tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto = 3,5 kV per i circuiti di potenza e 2 kV per i circuiti ausiliari
- frequenza = 50 Hz

La struttura dei quadri sarà in lamiera d'acciaio pressopiegata in forma MCC a cassette estraibili di spessore non inferiore a circa 2 mm.

La verniciatura esterna ed interna sarà con prodotti epossidici in colore RAL 7030 o altro a scelta del Committente, previo trattamento di fosfatazione e primo strato di vernice di fondo.

Le connessioni fra gli interruttori generali e gli interruttori posti in dipendenza saranno realizzate in bandelle di rame oppure in cavi conformi al Regolamento UE n. 305/11 ed alla norma 64-8 V4 (FG17-450/750 V o FG16OM16-0,6/1 kV); le linee in uscita saranno attestate agli attacchi inferiori degli interruttori per sezioni superiori o pari a 16 mm² e ad appositi morsetti per sezioni inferiori; gli eventuali contatti ausiliari saranno sempre riportati su apposita morsettiera.

Gli interruttori saranno dotati di relè magnetotermici e/o differenziali, come da schemi allegati, avranno potere d'interruzione adeguato al punto di installazione e comunque non inferiore alla corrente di corto circuito presunta sul quadro, saranno correlati con le protezioni a monte ed atti a sopportare il valore dell'energia passante a cui possono essere soggetti.

Inoltre le carpenterie dei quadri stessi dovranno avere dimensioni tali da garantire una possibilità di ampliamento dell'equipaggiamento attuale pari ad almeno il 20%.

Ulteriori requisiti saranno - per quanto applicabili - anche quelli indicati nel seguito.

I quadri saranno realizzati prevalentemente con carpenterie e componenti prefabbricati di tipo MCC.

L'esecuzione sarà di tipo per installazione a pavimento con base, montanti, zoccolo, coperchio superiore, pannelli di chiusura laterali con serratura o di fondo.

I quadri prevedranno differenti pannelli frontali ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, morsettiera, interruttori, ecc..) modularmente ampliabili per adattarli alle esigenze più varie.

Per il cablaggio verranno utilizzate barrette di distribuzione abbondantemente dimensionate e cavi di sezione adeguata (per l'alimentazione degli interruttori) o morsettiera con setti separatori in PVC, per l'attestamento dei circuiti di partenza.

I collegamenti di alimentazione ai singoli interruttori faranno capo alle barrette in Cu di distribuzione generale preforate e le uscite alle morsettiere menzionate sopra.

I conduttori in uscita dagli interruttori avranno un numero di identificazione che sarà riportato anche sui corrispondenti morsetti e sugli schermi forniti a corredo del quadro.

La morsettiera d'ingresso ed i morsetti dell'interruttore saranno dotati di schermo di protezione.

Gli eventuali trasformatori per l'alimentazione dei circuiti ausiliari saranno di sicurezza (secondo CEI 64-8): detti trasformatori avranno il neutro o la presa centrale efficacemente connessi a terra; non saranno mai utilizzati autotrasformatori e tutti i trasformatori saranno installati nella parte alta dei quadri e le carpenterie in tali zone saranno adeguatamente ventilate.

Qualora esistano nello stesso quadro tensioni differenti o apparecchiature che, pur avendo le stesse tensioni, appartengano a sistemi differenti, queste dovranno risultare fisicamente separate dalle altre ed alloggiare entro pannelli a loro uso esclusivo; i percorsi dei conduttori di sistemi differenti saranno effettuati con canaline specifiche ed indipendenti.

I quadri avranno all'interno una tasca per il contenimento del relativo schema elettrico ed all'esterno, su una delle pareti accessibili, una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;
- data di costruzione;
- grado di protezione;
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.

Gli stessi dati saranno riportati in chiaro sullo schema contenuto nella tasca interna.

Con la fornitura in opera dei quadri dovranno essere consegnati i relativi certificati di accettazione e collaudo secondo CEI 17-13, nonché delle prove di tipo (riscaldamento, corrente di breve durata, isolamento, ecc..) ed inoltre i manuali d'uso e manutenzione con le caratteristiche tecniche di tutti i componenti impiegati.

Linee di intercollegamento di cabina

Per ognuna delle due cabine CE1 e CE2, i vari collegamenti in cabina sono previsti come segue:

- collegamento fra punto di consegna energia elettrica e quadro M.T. con cavi RG7H1R-15/20 kV sez. 3(1x50) mm² con relativi terminali;
- collegamenti fra quadro M.T. e trasformatori con cavi RG7H1R-15/20 kV - sez. 3(1x50) mm² comprensivi di relativi terminali;
- collegamenti di potenza in b.t. fra trasformatori e quadro generale b.t. con cavi FG18OM16-0,6/1 kV a norme CEI 20-22/20-37/20-38 e Regolamento UE n.305/11;
- collegamenti di potenza in b.t. a rifasamento automatico e quadro elettrico di cabina con cavi tipo FG16OM16-0,6/1kV a norme CEI 20-22/20-37/20-38 e Regolamento UE n.305/11;

- collegamenti ausiliari in b.t. anch'essi con cavi tipo FG16OM16-0,6/1kV conformi al Regolamento UE n.305/11

10. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI

Impianto di illuminazione

Gli aspetti illuminotecnici assunti nella progettazione sono stati dedotti dalle attuali normative UNI EN 11248. In particolare, per l'identificazione della classe d'illuminamento si è fatto riferimento a quanto prescritto dalla norma citata, mentre per la definizione dei parametri illuminotecnici da conseguire con l'impianto a progetto si è applicata la norma EN 13201 – Parte 2.

Per quanto riguarda i calcoli illuminotecnici, ci si è avvalsi dei programmi software DIALUX e OXYTECH con l'inserimento di apparecchi illuminanti di produzione FIVEP. Il programma è comunque tecnicamente valido ed i risultati a cui conduce (illuminamenti puntuali, illuminamenti medi, uniformità, luminanze) non sono significativamente dissimili da quelli calcolati con programmi di altre Case Costruttrici.). Resta dunque inteso che gli specifici apparecchi illuminanti impiegati nei calcoli non costituiscono una scelta obbligata per l'Impresa esecutrice, ma unicamente l'individuazione delle caratteristiche costruttive generali tecnico-qualitative degli apparecchi, nonché dei valori illuminotecnici da conseguire.

Sarà pertanto possibile in fase di esecuzione proporre l'impiego di prodotti equivalenti di altri Costruttori che, ovviamente, dovranno possedere i requisiti costruttivi richiesti e conseguire i risultati illuminotecnici prescritti.

Rimandando la descrizione dettagliata dei criteri di calcolo ad altre tavole progettuali (calcoli illuminotecnici) si riportano nel presente capitolo solo le linee guida progettuali.

Quanto prescritto nel presente capitolo in termine di caratteristiche generali sarà applicabile per entrambe le gallerie a progetto e pertanto se né dà nel seguito una descrizione di valore comune.

Impianti illuminazione normale locali tecnici

Gli impianti da realizzare nei locali tecnici in particolari per le cabine elettriche CE1 e CE2 e i locali antincendio per l'alloggiamento della vasca e del gruppo di pompaggio saranno realizzati prevalentemente con condutture a vista, con grado di protezione minimo IP44 e i livelli di illuminamento medio scelto non inferiore ai valori di cui alle Norme UNI 12464-1 sarà pari a 200 lux.

I tratti terminali degli impianti saranno perlopiù realizzati con cavi non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici tipo FG16OM16-0,6/1 kV se in canalina/passarella o tubazione e tipo

FG17-450/750 V esclusivamente se in tubazione, per linee di illuminazione ordinaria e tipo resistente al fuoco FG18OM16-0,6/1 kV per le linee di illuminazione di sicurezza; relativamente ad essi si richiama esplicitamente la necessità di impiegare cavi che corrispondano ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011, della norma CEI 64-8 V4 e del D.Lgs. n. 106 del 16.6.2017.

Le discese agli organi di comando, saranno a vista e costituite da cavi FG17-450/750 V, entro tubazioni in PVC pesante autoestingente rigide o flessibili.

Le tipologie di corpi illuminanti previste sono le seguenti:

- Apparecchio illuminante per posa a soffitto, corpo e schermo in policarbonato autoestingente, riflettore in acciaio zincato preverniciato, completo di lampada led per potenza equivalente a una lampada fluorescente 36w, IP65.

Impianti illuminazione emergenza locali tecnici

L'impianto in oggetto avrà lo scopo di consentire l'individuazione delle vie di fuga e delle uscite di sicurezza in tutte le aree comuni ed in alcuni ambienti particolari.

Saranno impiegati apparecchi illuminanti con corpo e diffusore in materiale isolante autoestingente \geq IP65 con batterie ricaricabili incorporate aventi autonomia di 1 ora e tempo di ricarica totale non superiore a 12 ore – led equivalenti a 1x24 W fluorescenti – del tipo sempre accesa.

Le caratteristiche esecutive e distributive degli impianti corrisponderanno a quelle già descritte nel capitolo dell'illuminazione normale.

I corpi illuminanti di emergenza posti sulle porte di uscita saranno del tipo sempre accese le altre sono tipo solo in emergenza.

L'impianto in oggetto garantirà un illuminamento minimo di 2 lux nelle vie di fuga e di 5 lux sulle porte di uscita.

11. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GALLERIE

Impianti illuminazione normale gallerie

La Norma UNI 11095:2011 costituisce il riferimento per l'illuminazione delle gallerie stradali e ne specifica i requisiti illuminotecnici dell'impianto di illuminazione, al fine di assicurare al conducente di un veicolo, sia di giorno sia di notte, l'entrata, l'attraversamento e l'uscita dal tratto coperto a velocità locale in

condizioni adeguate di comfort visivo, con un grado di sicurezza non inferiore a quello presente nei tratti di strada di cui fa parte la galleria.

I requisiti sono espressi in livelli ed uniformità di luminanza della carreggiata, delle pareti e di eventuali altre superfici che costituiscono la galleria.

Nello specifico si distinguono le seguenti luminanze:

- Luminanza di entrata L_e : luminanza prescritta per la carreggiata nella prima metà della zona di entrata;
- Luminanza di transizione L_t : luminanza prescritta per la carreggiata in una determinata sezione trasversale della zona di transizione;
- Luminanza interna L_i : luminanza prescritta per la carreggiata della zona interna di una galleria;
- Luminanza di uscita L_u : luminanza prescritta per la carreggiata in una determinata sezione trasversale della zona di uscita;
- Luminanza esterna L_{es} : luminanza prescritta, in condizioni di illuminazione notturna, del tratto di carreggiata situato immediatamente all'esterno della galleria, a partire dalla sezione di uscita.

Relativamente alla classificazione illuminotecnica sono stati assunti i parametri caratteristici di base riportati all'interno della tabella n.1; essi saranno comunque oggetto di approvazione a cura degli Enti proprietari/gestori:

Parametro della norma EN 11248	Viabilità ordinaria
Velocità tipica utente principale [km/h]:	50
Utente principale	traffico motorizzato
Condizione atmosferica prevalente	Asciutto
Svincoli [n/km]	$SI / \leq 3$
Intersezioni / densità [n/km]	No
Complessità del campo visivo	Normale
Flusso orario di traffico (rispetto alla portata di servizio)	<50%
Difficoltà della guida	Normale

Dispositivi geometrici rallentatori del traffico	No
Zona di conflitto	Sì

Tabella 4 : parametri caratteristici di base – galleria

In funzione dei parametri di cui sopra è stata realizzata la classificazione delle strade e l'individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi del rischio (norma UNI 11248).

La valutazione di cui sopra ha comportato una categoria illuminotecnica di ingresso M2 (Strade locali extraurbane tipo F), non declassata

La suddetta categoria M2, secondo norma UNI EN 13201-2, richiede i seguenti valori di rispetto per il calcolo illuminotecnico:

- Luminanza carreggiata minima mantenuta (cd/m²) L: 1,50;
- Uniformità minima U_o: 0,40;
- Uniformità minima longitudinale U_l: 0,70;
- Abbagliamento debilitante massimo (%) f_{TI}: 10;
- Illuminazione di contiguità minima REI: 0,35.

A seconda della zona di riferimento, l'impianto di illuminazione della galleria deve prevedere le seguenti tipologie di illuminazione:

- Illuminazione permanente: parte dell'illuminazione a luminanza media costante, che si estende dalla sezione di entrata alla sezione di uscita;
- Illuminazione di rinforzo: parte dell'illuminazione che integra l'illuminazione permanente, garantendo l'adattamento dell'occhio tra luminanze di diverso livello (esclusivamente nelle ore diurne).

In funzione dei suddetti parametri, gli impianti di illuminazione permanente e di rinforzo sono stati previsti con i seguenti apparecchi illuminanti:

- Illuminazione permanente:
 - o apparecchio illuminante in alluminio, classe II, IP66, Led (Potenza Led=740 W – Potenza lampada= 53 W), 230 V, 4000 k, tipo Palazzoli modello TIGUA LED o similare equivalente;
- Illuminazione di rinforzo:
 - o apparecchio illuminante in alluminio, classe II, IP66, Led (Potenza varia in base alla zona di installazione), 230 V, 4000 k, tipo Palazzoli modello TIGUA LED o similare equivalente;

Tali apparecchi saranno comandati da sensori di luminanza posti circa a 150 m dai rispettivi inbocchi della galleria, questi hanno l'onere in abbinamento ai regolatori di flusso ad onde convogliate posti sui quadri elettrici alloggiati nelle rispettive cabine elettriche, di variare la luminanza secondo la curva della luminanza di adattamento. A tal proposito, come anticipato, l'impianto sarà gestito da dei regolatori di flusso ad onde convogliate che potranno aumentare o diminuire il livello di luminanza in modo da controllare costantemente il pericolo di abbagliamento in ingresso in galleria dei veicoli che transiteranno.

L'impianto di illuminazione in galleria è costituito da corpi illuminanti a Led posati su passerella metallica forata in acciaio inox AISI 304, collegati a cassetta di derivazione tramite spina CEE 2P 16A 230V IP65 ed alimentati tramite dorsale di opportuna sezione. Nel caso dei circuiti afferenti l'illuminazione permanente si utilizzeranno cassette di derivazione con grado di protezione non inferiore a IP65 secondo CEI EN 60529, grado di resistenza agli urti minimo IK07.

Si osserva inoltre, secondo le linee guide ANAS, che i corpi illuminanti devono essere posizionati con due file di armature, nel caso specifico essendo la galleria in oggetto a soffittatura piana con sezione rettangolare bidirezionale, le due file devono essere posizionati sui due lati della galleria stessa come si evince dalla documentazione grafica facente parte integrante dello stesso progetto.

Impianti illuminazione emergenza gallerie

All'interno di ognuna delle due gallerie sarà inoltre presente un impianto di illuminazione di emergenza, definito come parte dell'illuminazione che persiste in caso di mancanza dell'alimentazione normale dell'energia elettrica, garantendo livelli minimi di luminanza, consentendo agli utenti che si trovano in galleria di poterne uscire in sicurezza, eventualmente a velocità ridotta.

L'illuminazione di emergenza sarà costituita dall'illuminazione della galleria in condizioni di interruzione di erogazione dell'energia elettrica attraverso il 50% delle lampade utilizzate per l'illuminazione permanente e quindi in grado di garantire un livello minimo di luminanza di 1 cd/mq sull'intera galleria per un tempo minimo di 30 minuti. L'emergenza deve essere segnalata agli utenti della galleria tramite l'indicazione "Galleria non illuminata".

Tale alimentazione sarà sottesa ad UPS con autonomia pari ad almeno 30 minuti per le cui caratteristiche si rimanda al capitolo 5.2.

L'impianto di illuminazione in galleria è costituito da corpi illuminanti a Led posati su passerella metallica forata in acciaio inox AISI 304 o 316L, collegati a cassetta di derivazione tramite spina CEE 2P 16A 230V IP65 ed alimentati tramite dorsale di opportuna sezione ed in particolare con cavo tipo FTG100M1 0,6-1kV (resistenza al fuoco secondo EN 50200/EN 50362). Nel caso dei circuiti afferenti l'illuminazione permanente si utilizzeranno cassette di derivazione con grado di protezione non inferiore a IP65 secondo CEI EN 60529, grado di resistenza agli urti minimo IK07 e certificazione per garantire la funzionalità per almeno 90 minuti a 850° secondo norma EN 50362 ed inoltre i morsetti dovranno essere adatti all'applicazione sui cavi tipo FTG100M1 0,6-1kV.

Inoltre all'impianto di illuminazione in galleria sotteso ad emergenza saranno sottesi i seguenti impianti di segnaletica verticale:

- cartelli luminosi con indicazioni con tecnologia a LED per, indicazione estintori e impianto idrico antincendio, indicazione luogo sicuro, indicazione vie di fuga;
- pannello percorrenza corsia con tecnologia a LED del tipo freccia verde/croce rossa. Tale sistema in caso di necessità sarà azionato manualmente attraverso una pulsantiera di comando nel locale cabina elettrica.
- pannello a messaggio fisso per segnalazione galleria non illuminata. Il pannello verrà acceso qualora avvenga una mancanza di tensione da rete normale attraverso un contattore posto sulla linea di potenza dello stesso.

12. IMPIANTO FORZA MOTRICE LOCALI TECNICI

Rimandando la descrizione dettagliata dei criteri di calcolo ad altre tavole progettuali si riportano nel presente capitolo solo le linee guida progettuali.

Quanto prescritto nel presente capitolo in termine di caratteristiche generali sarà applicabile per entrambi i locali tecnici CE1 – CE2 a servizio delle gallerie a progetto e pertanto se né dà nel seguito una descrizione di valore comune.

Anche gli impianti terminali di forza motrice di servizio avranno origine dai quadri elettrici di cabina.

Come rilevabile dagli elaborati grafici, i locali CE1 e CE2 saranno attrezzati di prese serie CEE 230V 2P+T, In=16 A, 50 Hz, IMQ, IP65 con fusibile e interruttore di blocco e prese serie CEE 400V, 3P+N+T, In=16 A, 50 Hz, IMQ, IP65, con fusibile e interruttore di blocco installate a quota da ppf 150cm.

A servizio della galleria è previsto una vasca d'acqua antincendio e una sala pompa (centrale antincendio). E' oggetto del presente progetto l'alimentazione al gruppo antincendio a norma UNI EN 12485, completo di quadro elettrico QCA dal quale sono previste le seguenti alimentazioni di utenze tecnologiche e di servizio come:

- elettropompa;
- motopompa;
- pompa Jockey;
- pompe di sollevamento con interposizione di sezionatore di sicurezza;
- pompe di ricircolo con interposizione di sezionatore di sicurezza;

- aerotermini con interposizione di sezionatore di sicurezza;
- centraline per cavi scaldanti (queste saranno alloggiare anche al centro della galleria al fine di non far congelare le tubazioni idriche antincendio);
- illuminazione normale e di emergenza
- gruppo prese di servizio attrezzato come nei locali CE1/2

L'alimentazione del gruppo di pompaggio antincendio costituito da 2 pompe, una di riserva all'altra, alimentate da fonti di energia indipendenti (ad esempio elettropompa e motopompa), in ottemperanza alle norme vigenti, sarà dedicata esclusivamente alla elettropompa, separata da tutti gli altri collegamenti e presa a monte dell'interruttore generale dell'alimentazione.

I cavi previsti saranno interrati del tipo FTG10(O)M1-0,6/1 kV non propaganti l'incendio e resistenti al fuoco per 3 ore a norme CEI 20-22/20-36/20-45, impiegati esclusivamente nei circuiti di sicurezza.

Come derivante dalle sigle sopraindicate e relativamente ai cavi, si richiama esplicitamente la necessità di impiegare cavi CPR, che corrispondano ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011 e siano conformi al D.Lgs. n. 106 del 16.6.2017 ed alla norma CEI 64-8 V4.

Detta linea è stata dimensionata considerando il 150% della corrente massima possibile a pieno carico garantendo la continuità di servizio.

Impianto di terra (locali tecnici CE1 e CE2)

Gli impianti elettrici in oggetto - in relazione alla loro alimentazione con cabina di trasformazione MT/bt - danno luogo ad un sistema TN-S, nel quale la protezione contro i contatti indiretti è assicurata con le seguenti modalità:

Per la sezione M.T. la resistenza totale di terra R_t deve essere inferiore o uguale a quella derivante dalla relazione:

$$R_t \leq U_o / I_g$$

dove: U_o = tensione massima ammessa sulle masse in caso di guasto, desumibile da apposita tabella delle norme CEI in funzione del tempo di intervento (t) comunicato dall'Ente Distributore;

I_g = corrente di guasto a terra comunicato dall'Ente Distributore.

Per la sezione b.t. occorre, invece, che per qualsiasi punto di ciascuna linea elettrica sia rispettato il coordinamento fra impedenza dell'anello di guasto e corrente di intervento delle protezioni.

Per quanto riguarda l'Ente Distributore nella fase di progettazione successiva a quella attuale, si dovrà provvedere a richiedere i dati aggiornati.

Relativamente ai circuiti in bassa tensione, le verifiche del conseguimento della protezione saranno effettuate nei calcoli elettrici, essendo necessario che la massima corrente di intervento I_i e l'impedenza di guasto Z_g di ogni circuito rispettino la condizione 230V: $Z_g \geq I_i$.

L'impianto di terra comprenderà essenzialmente:

- corda di rame sez. 50 mm² interrata in intimo contatto con il terreno perimetralmente al fabbricato;
- dispersori tubolari diam. ≥ 18 mm in acciaio ramato, con lunghezza 1,5 m, parte entro pozzetti ispezionabili con chiusino carrabile, connessi alla corda suddetta;
- rete magliata in corda di rame c.s. interrata sotto la pavimentazione della cabina MT/bt;
- piastre equipotenziali in posizioni opportune in prossimità di alcuni quadri elettrici a cui faranno capo i conduttori di terra provenienti dall'impianto dispersore e dalle quali avranno origine i conduttori di protezione ai quadri stessi ed i conduttori equipotenziali;
- collegamenti equipotenziali (dalle piastre di cui al capoverso precedente) a tutte le masse estranee, quali tubazioni idriche, tubazioni e canalizzazioni tecnologiche, canaline, ecc..;
- conduttori di protezione in tutti i circuiti e relativi idonei collegamenti alle masse (polo di terra delle prese di corrente, parti metalliche degli apparecchi illuminanti se non in Classe II, ecc..);
- cartelli indicatori in corrispondenza dei dispersori sopraccitati;
- misura della resistenza totale di terra, da parte dell'Impresa esecutrice con redazione di specifica certificazione riportante data, metodo di misura e valore misurato, ed eventuale integrazione dell'impianto come sopradescritto a sua cura e spese, qualora il valore riscontrato fosse superiore al limite ammesso.

Protezione contro i rischi di fulminazione

Per motivi di maggiore affidabilità di esercizio, in tutti i quadri elettrici, generali e secondari, sono stati previsti limitatori di sovratensione (scaricatori) per le linee di energia.

13. STAZIONI DI EMERGENZA

All'interno delle gallerie (ogni 150 m) e immediatamente fuori dagli imbocchi e dalle uscite, saranno previste stazioni di emergenza progettate per mettere a disposizione diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza ed estintori.

Le stazioni di emergenza saranno costituite da armadi metallici installati in vista oppure da armadi incassati in nicchie realizzate nel piedritto (in base alla conformazione e alla sezione delle gallerie). Gli armadietti di emergenza saranno posizionati sul lato destro della carreggiata. La rottura di un vetro, l'apertura di uno sportello per il prelievo degli estintori attiverà un allarme locale ottico ed acustico temporizzato. Il segnale di apertura sarà inviato al centro di controllo.

Armadietti della stessa tipologia saranno posti all'interno delle vie di fuga protette.

Gli armadietti dovranno quindi contenere:

- pulsante di allarme;
- una postazione idrante (vedere capitolo impianto idrico antincendio);
- due estintori a polvere;
- un telefono S.O.S.

Il segnale di apertura dell'armadietto verrà inviato al centro remoto. Quando viene azionato il pulsante di allarme, verrà comunicata all'operatore del centro remoto una situazione di emergenza. L'operatore, oltre a dialogare con l'utente, potrà seguire delle procedure di emergenza e attivare i relativi sistemi presenti in galleria (PMV, TVCC, Ventilazione, segnaletica, messaggistica, ecc.).

Le iscrizioni esplicative accanto ai suddetti pulsanti dovranno essere scritte in quattro lingue: italiano, inglese, francese e tedesco.

I segnali delle stazioni di emergenza saranno collegati in cavo all'armadio rack del by-pass più vicino e le alimentazioni elettriche idem.

14. IMPIANTI RIVELAZIONE INCENDI

Impianto rivelazione incendio locali tecnici CE1 e CE2

Gli impianti elettrici saranno completati dall'impianto di rivelazione automatica di incendio, per la cui esecuzione saranno mantenuti i criteri di realizzazione delle condutture già descritti per gli impianti di illuminazione e FM di cui ai Capitoli precedenti, in relazione al tipo di ambiente, e cioè principalmente impianti IP55 a vista nelle cabine elettriche CE1 e CE2.

L'impianto in oggetto dovrà essere realizzato con finalità di allarme manuale e rivelazione automatica d'incendio. E' prevista la posa di n.1 centrale di rivelazione incendi di tipo analogico indirizzato asservente la cabina elettrica. La centrale sarà collocata nella cabina stessa, protetto dal fuoco e da danneggiamenti meccanici e manomissioni e a sua volta protetto da sensori d'incendio. La centrale permetterà la continua sorveglianza degli allarmi ed il tempestivo avvio delle misure di intervento. La

centrale sarà inoltre corredata da combinatore telefonico per l'invio di messaggi di allarme preimpostati nelle ore notturne o nei periodi di assenza del suddetto presidio. La centrale sarà ad n.1 loop. Ad essa faranno capo i dispositivi manuali di tipo con vetro frontale di protezione da rompere senza l'ausilio di attrezzi e/o mezzi particolari, installati in prossimità delle uscite e lungo i percorsi di fuga. Tutti gli ambienti saranno protetti da sensori d'incendio. Le centrali attiveranno i segnalatori d'allarme ottico acustico posti nel locale cabine e nel locale antincendio. L'impianto dovrà essere realizzato conformemente alla norma UNI 9795 e tutta la componentistica dovrà essere conforme alle norme UNI EN 54.

Per una esatta posizione delle apparecchiature si rimanda ai documenti grafici parte integrante del progetto.

Impianto rivelazione incendio by-pass

All'interno dei by-pass saranno previsti impianti di rivelazione automatica di incendio, per la cui esecuzione saranno mantenuti i criteri di realizzazione delle condutture già descritti per gli impianti di illuminazione e FM di cui ai Capitoli precedenti, in relazione al tipo di ambiente, e cioè principalmente impianti IP55 a vista nelle cabine elettriche CE1 e CE2.

L'impianto in oggetto dovrà essere realizzato con finalità di rivelazione automatica d'incendio. E' prevista la posa di n.5 centrali (una ogni by-pass) di tipo analogico indirizzato da collocarsi all'interno dei by-pass stessi. Le centrali saranno protette dal fuoco e da danneggiamenti meccanici e manomissioni e a sua volta protette da sensori d'incendio. Le centrali permetteranno la continua sorveglianza degli allarmi ed il tempestivo avvio delle misure di intervento. Le centrali saranno collegate alla rete di automazione di galleria per l'invio di messaggi di allarme preimpostati. Le centrali saranno ad n.1 loop. Ad ogni centrale faranno capo tutti i dispositivi facenti parte del sistema. L'impianto dovrà essere realizzato conformemente alla norma UNI 9795 e tutta la componentistica dovrà essere conforme alle norme UNI EN 54.

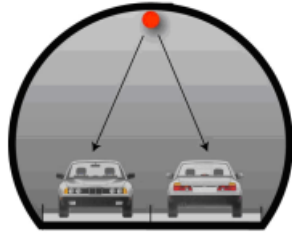
Per una esatta posizione delle apparecchiature si rimanda ai documenti grafici parte integrante del progetto.

Impianto rivelazione incendio gallerie

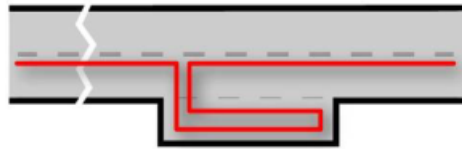
All'interno delle gallerie "nuova realizzazione", "D'Acli" ed "Eutenia" saranno presenti sistemi di rivelazione temperatura e calore tramite Fibrolaser. Le centrali di gestione saranno installate all'interno delle cabine CE1 e CE2 e serviranno le gallerie nel seguente modo:

- Centrale in cabina CE1: mezza galleria di nuova realizzazione e galleria D'Acli;
- Centrale in cabina CE2: mezza galleria di nuova realizzazione e galleria Dei Ciclopi.

Per l'applicazione in oggetto è stato prevista per ogni galleria una singola tratta di cavo sensore fissata alla volta del fornice, come indicato all'interno della seguente immagine (solo a titolo indicativo):



Il cavo sensore non sarà solo posizionato sulla volta della galleria, ma anche in modo da controllare le piazzole di sosta: il layout indicativo del cavo da posizionare per la copertura della generica piazzola di sosta è come da immagine seguente:



Il posizionamento del cavo dovrà anche tener conto di ostacoli lungo la volta, quali ventilatori jet fan o corpi illuminanti: lo scopo è quello di evitare fonti di calore che possono introdurre false rilevazioni di allarme. Il cavo sensore dovrà essere posizionato ad una distanza minima di almeno un metro da eventuali fonti di calore.

Le tratte di cavo sensore faranno quindi capo a due unità OTS. Le due unità OTS metteranno ognuna a disposizione un totale di 36 segnali in uscita sotto forma di contatto pulito, per dare la segnalazione di allarme generale e di allarme di tratta ai sistemi PLC di galleria. Lo scopo sarà quello di consentire la gestione dell'allarme e la realizzazione delle logiche di gestione dell'allarme.

Per una esatta posizione delle apparecchiature si rimanda ai documenti grafici parte integrante del progetto.

La galleria di nuova realizzazione sarà dotata inoltre dei seguenti altri impianti che permetteranno la rivelazione incendi:

- opacimetri;
- sensori di concentrazione di anidride carbonica e monossido di carbonio;
- sistemi di rilevazione fumi mediante digitalizzazione delle immagini.

15. IMPIANTO VIDEOSORVEGLIANZA

A servizio di tutte le gallerie, è prevista l'installazione di un impianto di sorveglianza mediante telecamere, connesso con la sala di controllo presidiata.

Le telecamere sono state previste in modo da consentire:

- il controllo della situazione del traffico all'interno della galleria,
- il controllo delle piazzole di sosta/emergenza e degli armadietti SOS;
- la rivelazione automatica degli incidenti stradali ovvero e dell'instaurazione di condizioni di traffico anomale

L'impianto di videosorveglianza sarà interfacciato tramite il sistema di controllo e gestione della galleria con gli altri sistemi di sicurezza descritti all'interno della presente relazione. Tali impianti saranno collegati all'alimentazione elettrica di sicurezza.

L'impianto dovrà garantire:

- Trasmissione di immagini in tempo reale;
- Gestione centralizzata, razionale e flessibile delle immagini;
- Interfacciamento con SCADA e PLC;
- Affidabilità di funzionamento;
- Semplicità nelle operazioni di manutenzione del sistema.

Per ciascuna galleria dovrà essere prevista l'installazione di unità di ripresa fisse ad alta sensibilità con funzionalità intelligenti AID, orientate nella medesima direzione del flusso veicolare. Una prima unità di ripresa dovrà essere installata in prossimità dell'imbocco, le altre di seguito ad un'interdistanza di 100 metri.

Oltre alle telecamere di galleria dovrà essere prevista l'installazione di telecamere nei by-pass e di telecamere brandeggiate agli ingressi e alle uscite della galleria. La soluzione progettuale dovrà prevedere che i segnali video generati dalle unità di ripresa collocate nelle gallerie siano convogliati tramite cavo UTP o fibra ottica allo switch installato nei by-pass e tramite un anello di rete in fibra ottica agli apparati installati in cabina. Il supporto usato per la realizzazione dell'anello di rete dovrà essere costituito da un cavo multiconduttore in fibra ottica multimodale. Presso i locali tecnici dovranno essere resi disponibili tutti i segnali video in tempo reale generati dalle unità di ripresa sia fisse che dome.

I segnali video dovranno essere distribuiti sia agli apparati di videoregistrazione digitale sia agli apparati di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di analisi traffico, che dovranno essere apparati distinti, al fine di garantire una maggiore sicurezza di sistema.

All'interno delle cabine elettriche verranno installati PC su cui si potranno selezionare tutte le immagini delle telecamere installate, disporre di uno storico degli eventi e una situazione in tempo reale

dello stato di tutti gli apparati video facenti parte del sistema. Il sistema di videoregistrazione digitale dovrà garantire l'acquisizione e lo stoccaggio di tutti i segnali video provenienti dalle unità di ripresa. In particolare, il sistema dovrà garantire l'acquisizione di 25 fotogrammi al secondo per ciascuna telecamera connessa ai propri ingressi. Il sistema di controllo ed analisi dei flussi veicolari dovrà essere in grado di poter rilevare la presenza di situazioni anomale all'interno delle gallerie. Il sistema, le cui caratteristiche sono dettagliatamente descritte nei capitoli successivi, dovrà essere in grado di analizzare i segnali video provenienti dalle unità di ripresa di galleria, sono escluse le telecamere nei by-pass e le telecamere brandeggiate.

Il sistema dovrà prevedere l'installazione di un totale stimato di 54 unità di ripresa, 50 di tipo fisso e 4 di tipo orientabile distribuite agli ingressi e lungo il percorso della galleria in oggetto. Le immagini di tutte le unità di ripresa dovranno essere inviate, con l'ausilio dell'anello di rete in fibra ottica, al centro di controllo presso i locali tecnici. Le immagini live e/o registrate di tutte le telecamere di sistema dovranno essere visualizzate sul monitor TFT/LCD dei PC installati all'interno delle cabine elettriche, e sui monitor del videowall previsto in sala controllo remota. Il sistema dovrà essere connesso al sistema di supervisione RMT installato presso la sala di controllo remota.

All'interno delle cabine elettriche dovranno essere attestati tutti gli apparati facenti parte al sistema in oggetto, che dovranno essere alloggiati in armadi 42U standard 19". Nel dettaglio si prevede l'installazione di:

- Cabina elettrica CE1: centrale TVCC ridondata con centrale TVCC installata in CE2, comprensiva di apparati di videoregistrazione digitale e di gestione degli allarmi di analisi traffico;
- Cabina elettrica CE2: centrale TVCC ridondata con centrale TVCC installata in CE1, comprensiva di apparati di videoregistrazione digitale e di gestione degli allarmi di analisi traffico.

Tutti gli apparati di videoregistrazione digitale dovranno essere connessi tra loro, con gli apparati di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di analisi traffico tramite la rete LAN tipo ETHERNET. Sulla rete LAN dovranno transitare tutte le messaggistiche generate dai singoli apparati (messaggi di stato, di allarme ecc.). Tutti i segnali provenienti dalle unità di ripresa dovranno essere registrati su apparati di registrazione digitale su base PC in grado di garantire una storicità minima pari a 7 giorni di registrazione continua 24h su 24h. Gli apparati di videoregistrazione digitale garantiscono una velocità di registrazione pari a 25 immagini al secondo per ogni canale con compressione H264 o MPEG-4. La qualità di ciascuna attività sistemistica (trasmissione live, registrazione, ricerca, salvataggio, ecc) dovrà essere sempre garantita indipendentemente da qualsiasi operazione in corso.

Gli apparati di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di analisi traffico, oltre che rilevare le informazioni del "traffico" stradale (es. coda, veicolo fermo, incidente, fumo ecc.), dovranno inviare messaggistiche di stato, tramite rete LAN, verso gli apparati di videoregistrazione digitale e verso gli apparati di supervisione RMT. In particolare, in condizione di allarme l'apparato di analisi traffico dovrà essere in grado di inviare su rete LAN dei messaggi che pilotano gli apparati di sistema nel seguente modo:

- attivare sul videoregistratore digitale la registrazione corrispondente all'allarme in corso con funzione di preallarme;
- inviare alla Sala Operativa ANAS sia le informazioni dell'evento d'allarme sia le immagini più significative attraverso una commutazione automatica;
- inviare a terze parti (es. sistemi di supervisione integrata impianti stradali, sistemi di gestione PMV, ecc.) le informazioni dell'evento d'allarme oppure le immagini più significative.

L'infrastruttura dovrà prevedere la fornitura di telecamere con funzionalità intelligenti AID in grado di integrare alte performance in termini di qualità dell'immagine con capacità di analisi del traffico veicolare, IP, PoE, D/N con rimozione meccanica del filtro IR, 2 MegaPixel, con Wide Dynamic Range avanzato 150db.

La telecamera intelligente AID deve essere in grado di effettuare le seguenti rilevazioni:

- Rilevare il veicolo fermo in varie condizioni di traffico;
- Rilevare, attraverso soglie di velocità di transito configurabile, la presenza di veicoli lenti;
- Rilevare la presenza di pedoni;
- Rilevare il veicolo contromano;
- Rilevare la presenza di fumo o la perdita di visibilità (all'interno di tunnel);
- Rilevare la perdita di oggetti in carreggiata;
- Rilevare il cambio di corsia in zone interdette (es. tunnel bidirezionali con divieto di sorpasso).

ed inoltre deve essere in grado di acquisire anche interessanti dati statistici relativi al traffico:

- Conteggio dei veicoli in transito
- Classificazione dei veicoli in transito (3 classi: moto, auto, camion/bus)
- Velocità media di transito dei veicoli [km/h];
- Velocità media di transito dei veicoli divisa per classe di veicolo [km/h per classe];
- Volume di traffico in termini temporali intesa come interdistanza temporale tra i veicoli [veicoli/h];
- Volume di traffico in termini temporali divisa per classe di veicolo [veicoli/h per classe];
- Volume di traffico in termini spaziali intesa come interdistanza spaziale tra i veicoli [veicoli/km];
- Volume di traffico in termini spaziali divisa per classe di veicolo [veicoli/km per classe];
- Densità di traffico, calcolata sulla base dell'integrazione di più dati quali: Volume di traffico in termini temporali [veicoli/h], Volume di traffico in termini spaziali [veicoli/km], velocità media di transito [km/h];

- matrice origine / destinazione in caso di installazione su rotonda/incroci/svincoli

Oltre alle telecamere fisse di galleria è prevista agli imbocchi ed alle uscite la fornitura di telecamere PTZ di tipo speed dome in grado di garantire il monitoraggio delle aree esterne al fornice. Gli speed dome dovranno essere IP FULL HD da esterno (IP66/IK10) con IR integrati e zoom ottico 32x, WDR (150dB), Day/Night con filtro IR removibile, da 2 Mpixel, sensore CMOS 1/2.8" 2.4 MP, Progressive Scan, Obiettivo zoom 32x (4.44 ~ 142.6 mm).

Nelle cabine di galleria dovranno essere installati tutti gli apparati di sistema. Più precisamente si dovranno installare gli apparati di videoregistrazione digitale e di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di controllo traffico. Gli apparati di videoregistrazione digitale e di controllo traffico dovranno essere connessi tra loro con un collegamento tipo LAN/WAN che dovrà permettere lo scambio di informazioni in grado di ottimizzare le sequenze di registrazione e di visualizzazione. Gli apparati di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di controllo traffico dovranno analizzare il segnale proveniente dalle unità di ripresa installate in galleria, (condizioni di traffico code, incidente, sosta ecc.), dovranno eseguire un'elaborazione dei dati ed inviare tramite la rete LAN le informazioni ai videoregistratori digitali, agli apparati Client, ed a terze parti. La flessibilità del sistema proposto dovrà garantire in qualsiasi momento la scalabilità dei prodotti proposti, sia in termini di ingressi video che con l'aggiunta di nuovi apparati senza dover acquistare licenze supplementari. Come sopra evidenziato il sistema installato in cabina si dovrà suddividere nei seguenti macro blocchi:

- Apparati di Videoregistrazione Digitale.
- Apparati di gestione e interfacciamento con terze parti degli allarmi di controllo traffico.

Il sistema di videoregistrazione digitale (NVR) dovrà essere in grado di garantire l'acquisizione e la registrazione (storica, su allarme, pre-post allarme) di tutti i segnali video provenienti dalle telecamere IP per un massimo di ore/giorni liberamente configurabili. Il sistema di video registrazione digitale dovrà essere composto da apparati in grado di gestire ciascuno fino a 50 flussi video in ingresso. Il registratore dovrà esporre un'interfaccia di comunicazione, verso sistemi di terze parti, consentendo ad un qualsiasi client software compatibile di gestire le seguenti funzionalità:

- Ricerca e riletture delle immagini negli archivi di registrazione;
- Creazione dinamica degli archivi di registrazione;
- Attivazione e disattivazione dei processi di registrazione (per ogni singolo archivio);
- Configurazione del limite massimo di archiviazione delle immagini registrate;
- Rimozione/cancellazione degli archivi di registrazione.

16. FRECCIA/CROCE – PMV – SEGNALETICA DI EMERGENZA DI GALLERIA

All'esterno delle gallerie dovranno essere installati:

- dispositivi freccia/croce che consentano la chiusura della galleria in situazioni di emergenza;
- pannelli messaggio variabile (PMV) costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color;

All'interno della galleria di nuova realizzazione, i dispositivi freccia/croce e il sistema PMV andranno ripetuti ogni 300 metri all'interno della galleria.

All'interno e immediatamente all'esterno di tutte le gallerie dovrà essere installata la segnaletica e la segnaletica di emergenza.

Tutta la segnaletica luminosa presente in galleria deve essere alimentata dall'impianto elettrico di sicurezza.

La segnaletica verticale di emergenza (piazzole, S.O.S., estintori, idranti, uscite di emergenza) deve essere di tipo luminoso; la rimanente segnaletica deve essere almeno ricoperta di pellicola ad alta rifrangenza.

17. SISTEMA RADIO DI GALLERIA

All'interno delle gallerie dovranno essere installati impianti per ritrasmissioni radio ad uso dei servizi di pronto intervento. In particolare, è previsto un impianto radio che consente le comunicazioni agli operatori:

- ANAS;
- forze dell'ordine;
- Vigili del Fuoco e ad altri operatori di soccorso e di intervento;
- radio FM per trasmettere eventuali informazioni agli utenti in galleria

All'interno delle cabine elettriche CE1 e CE2 saranno presenti le centrali Radio che serviranno le gallerie nel seguente modo:

- Centrale in cabina CE1: mezza galleria di nuova realizzazione e galleria D'Acli;
- Centrale in cabina CE2: mezza galleria di nuova realizzazione e galleria Dei Ciclopi.

Le suddette centrali daranno dotate all'esterno della galleria, di apposite antenne da installarsi su palo, per la ricezione dei segnali.

All'interno dei fornicelli di tutte le gallerie (esclusa Eutenia), sarà installato un cavo radiante fessurato di tipo 1-1/4" con impedenza caratteristica pari a 50 Ohm e frequenza operativa massima non inferiore a 1900 MHz. Il cavo dovrà essere posato in opera su parete di ogni galleria, fissato ad una quota non inferiore a 5 m di altezza sul piano viabile mediante idonei sistemi di fissaggio plastici e metallici di sicurezza, compreso sistemi di fissaggio plastici (n.4 ogni 5 sistemi di fissaggio) composti da distanziali ed elementi di chiusura autobloccanti con vite di sicurezza supplementare, da accoppiare e ancorare sulla volta.

18. SISTEMA DI CONTROLLO E SUPERVISIONE

All'interno delle gallerie sono presenti delle reti di comunicazione ad anello che si attestano alle cabine elettriche CE1 e CE2. Le reti assicurano i seguenti servizi necessari alla gestione ed al monitoraggio dei sistemi di sicurezza:

- trasmissione dati per il monitoraggio ed il controllo dei sistemi di sicurezza (acquisizione dati dai sensori, pilotaggio remoto dei dispositivi);
- trasmissione dati multimediali (audio, video, alfanumerici) per assicurare le comunicazioni audio, video e mediante pannelli luminosi a messaggio variabile;
- scambio di dati con l'esterno, attraverso dorsali geografiche.

All'esterno delle gallerie sono state previste due postazioni di comando e controllo locale normalmente non presidiate, una in ridondanza all'altra.

La configurazione ad anello realizzabile con un sistema rete, garantisce invece l'immunità al guasto singolo. In caso di interruzione di una tratta, le apparecchiature dei nodi sono in grado di isolare la tratta danneggiata o interrotta e di riconfigurare dinamicamente il percorso della comunicazione sulle tratte integre. In questo caso, nessun nodo risulterà isolato, a meno del suo stesso danneggiamento.

I suddetti centri di controllo sono dotati di rete informatica che fa capo ad una sala di elaborazione dati preposta al controllo e alla gestione automatica delle procedure in situazioni di esercizio ed in situazioni di emergenza (il centro di controllo è delegato, in condizioni di esercizio, a seguire il controllo di routine sull'operatività normale delle gallerie e dei sistemi connessi).

All'interno delle gallerie, come indicato in questa relazione, è presente un'infrastruttura composta da sottosistemi collegati in rete, ciascuno specifico per la tipologia di compito da espletare, atti a gestire la galleria con livelli di sicurezza adeguati; tali sistemi sono:

- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- sensoristica per rilevazione parametri ambientali ed inquinanti;
- sensoristica per rilevazione della luminosità;
- sensoristica per rilevazione automatica di incendi (sia in galleria che nelle cabine elettriche);
- apparati di richiesta manuale di soccorso (Sos);
- sistemi di rilevazione automatica incidenti;
- sensori di controllo allestimenti di primo intervento per estinzione incendi;
- sistemi di segnalamento all'utenza (segnaletica luminosa e pannelli a messaggio variabile);
- sistemi Tvcc ed impianti radio isofrequenziali.

La galleria è quindi un sistema complesso in cui opere strutturali e sistemi d'automazione costituiscono, nel loro insieme, il livello di sicurezza caratteristico.

Nella galleria virtuale, gli elementi interagiscono in modo efficace per ottenere un livello di sicurezza superiore alla semplice somma delle loro singole funzioni. Il maggior onere di coordinamento è a carico del sistema di automazione, il cui scopo è quello di integrare tutti i sottosistemi e di definirne il comportamento anche in relazione alle altre variabili esterne.

Il sistema di controllo è responsabile anche del corretto riporto informativo alla sala operativa, sia essa locale o centrale, includendo nel secondo anche gli elementi strutturali di raccordo, svincoli, viadotti, piazzali o semplici tratte in superficie.

Oltre alla corretta gestione d'insieme dei regimi normale e d'emergenza, è compito ulteriore del sistema di controllo e supervisione supportare con funzioni diagnostiche e predittive il mantenimento delle condizioni previste in progetto, perennizzando il livello di sicurezza ottenuto con l'opera di costruzione o di riqualificazione della struttura.

Tutti i suddetti sottosistemi saranno interfacciati tramite TCP/IP oppure direttamente all'interno di:

- PLC collocato in cabina elettrica CE1 (in quadro elettrico PLC di cabina);
- PLC collocato in cabina elettrica CE2 (in quadro elettrico PLC di cabina);
- Mini PLC collocato in by-pass 01 (in quadro elettrico di by-pass);
- Mini PLC collocato in by-pass 02 (in quadro elettrico di by-pass);
- Mini PLC collocato in by-pass 03 (in quadro elettrico di by-pass);
- Mini PLC collocato in by-pass 04 (in quadro elettrico di by-pass);
- Mini PLC collocato in by-pass 05 (in quadro elettrico di by-pass).

In questo modo sarà garantita l'integrazione, l'intercambiabilità e l'interoperabilità di tutte le differenti forniture. Il sistema di controllo, configurandosi come concentratore attraverso la struttura della rete, avrà un'architettura tipica indipendente dai sottosistemi scelti.

Sono quindi previste le seguenti reti di galleria in fibra ottica, definite quindi come servizi fondamentali:

- trasmissione dati;
- trasmissione immagini;
- telefonia VOIP.

La fibra sarà di tipo multimodale, 61.5/125 (il cavo utilizzato deve garantire tutte le caratteristiche di isolamento all'umidità, resistenza alla tensione di posa, protezione meccanica anti-roditore, resistenza alla fiamma e al calore, in accordo con le normative e i requisiti di ambientali della galleria), posata all'interno dei fornicci come indicato all'interno degli elaborati di progetto, avendo in questo modo massima garanzia che una parte dell'anello sia preservata dall'evento distruttivo.

Le suddette reti viaggiano all'interno della stessa dorsale in fibra ottica, su fibre indipendenti, realizzando in questo modo altrettante reti indipendenti, secondo le architetture riportate all'interno dei disegni allegati. Ciascun servizio utilizzerà solo alcuni dei nodi di rete, mentre le fibre dei servizi non utilizzati nel nodo saranno richiuse con bretelle ottiche.

Per tutte le reti, che diventano il canale di comunicazione necessario all'integrazione dei sistemi di galleria e, su larga scala, di collegamento al centro di controllo, lo standard IEEE 802.3 (Ethernet) e i servizi TCP/IP sono utilizzati estensivamente. Il protocollo Modbus TCP/IP è scelto per unificare tutte le interfacce fra elementi d'automazione e sottosistemi. Le soluzioni di controllo industriale e di reti TCP/IP garantiscono velocità di elaborazione e di comunicazione con le periferiche remote, passive o intelligenti, più che adeguate alle esigenze della galleria.

Gli elementi facenti parte del sistema di supervisione galleria sono quindi i seguenti:

- reti dorsali di galleria;
- quadri elettrici PLC di cabina e moduli Rio I/O;
- quadri elettrici di by-pass, equipaggiati con PLC;
- quadri elettrici di ventilazione;
- supervisore di galleria;
- dispositivi comandati (esempio ventilatori, PMV, freccia/croce, illuminazione);
- segnali e misure (esempio misure ambientali Co/OP/anemometri, stati e misure distribuzione elettrica e servizi di cabina);
- sistemi interfacciati (esempio SOS, TVCC, rilevamento incendio).

I PLC presenti all'interno delle cabine elettriche sono in configurazione ridondata e si occupano quindi di tutte le logiche di galleria, indirizzando e centralizzando tutti i segnali acquisiti.

Ai PLC sono collegati tutti gli I/O di cabina, acquisiti tramite periferie remote I/O nei quadri di potenza.

19. 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;
- Impiego di cavi CPR rispondenti ai requisiti del regolamento UE n. 30572011, del D.Lgs. n. 106 del 16.6.2017 e della norma CEI 64-8;
- 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 elettrici/speciali ed 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, delle apparecchiature e dei componenti elettrici e non, 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".