

S.S. 675 "UMBRO - LAZIALE"
**Sistema infrastrutturale del collegamento del porto
 di Civitavecchia con il nodo intermodale di Orte**
Tratta Monte Romano est - Civitavecchia
1° Stralcio Monte Romano est - Tarquinia

PROGETTO DEFINITIVO

COD. RM366

R.T.I. di PROGETTAZIONE:



I PROGETTISTI:

Ing. Nicola Cuozzo (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N. 15447
Ing. Simone Villa (il Progettista)
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Genova N. 9378

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.:

Ing. Biagio Camaldo

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giampiero Carrieri
Ordine regionale dei Geologi del Piemonte. N. 274

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Dott. Geol. Giampiero Carrieri
Ordine regionale dei Geologi del Piemonte. N. 274

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Achille Devitofranceschi

PROTOCOLLO

—

DATA

IMPIANTI TECNOLOGICI GALLERIA MONTE ROMANO
GENERALE
 Relazione tecnica descrittiva

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG.

N. PROG.

DPRM0366 D 2201

NOME FILE

T00IM00GENRE01_A

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB. **T00IM00GENRE01**

A

—

A	EMISSIONE PD	MARZO 2022	G. A. Gazzola	Luca Nicolosi	Simone Villa
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1	Riferimenti Normativi	4
3	CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI DI BASE E PER LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI	6
3.1	Sicurezza	6
3.2	Continuità di servizio	6
3.3	Manutenzione	6
4	IMPIANTI ELETTROMECCANICI PREVISTI	7
5	DATI DELL'ENERGIA ELETTRICA	8
6	SISTEMA PRIMARIO DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA.....	9
7	FABBRICATI CABINA ELETTRICA.....	10
8	PRINCIPALI EQUIPAGGIAMENTI DELLA DISTRIBUZIONE ELETTRICA	11
8.1	Equipaggiamenti della distribuzione elettrica.....	11
8.2	Sistema di alimentazione di continuità.....	13
9	PROTEZIONI E SELETTIVITÀ	14
9.1	Protezioni degli impianti e delle persone	14
9.2	Selettività dell'impianto	14
10	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	15
11	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE GALLERIA.....	16
11.1	Apparecchi illuminanti per l'illuminazione permanente	17
11.2	Apparecchi illuminanti per l'illuminazione di rinforzo	17
11.3	Illuminazione di sicurezza per evacuazione	18
11.4	Interfacciamento al sistema di supervisione	19
12	CONDUTTURE ELETTRICHE E CANALIZZAZIONI.....	21
12.1	Condutture elettriche	21
12.2	Canalizzazioni	21
13	IMPIANTO DI VENTILAZIONE	23
14	IMPIANTO ANTINCENDIO	25
15	BY-PASS PEDONALI	27
16	STAZIONI DI EMERGENZA	28
17	CENTRO DI CONTROLLO	29

18	RILEVAZIONE INCENDIO	32
19	SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA	33
20	IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA (TVCC).....	36
20.1	Telecamere.....	37
20.2	Trasmissione segnali tvcc	38
21	SISTEMI DI COMUNICAZIONE	39
22	RETE DI COMUNICAZIONE.....	40
23	CONTROLLO TRAFFICO.....	41
24	IMPIANTI A SERVIZIO DEGLI SVINCOLI	42

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica descrittiva ha lo scopo di chiarire i principi adottati per la progettazione degli impianti elettrici, speciali, di sicurezza e meccanici a servizio della galleria Monte Romano e degli svincoli Monte Romano est e Tarquinia, del 1° Stralcio Monte Romano est – Tarquinia, lungo la tratta Monte Romano est – Civitavecchia della SS 675 "Umbro – Laziale".

Il progetto recepisce integralmente il documento ANAS "Linee guida per la progettazione della Sicurezza nelle Gallerie Stradali" che contempla le disposizioni contenute nella Direttiva Europea 2004/54/CE, relativa ai "Requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale transeuropea" e il Dlgs N° 264 del 5/10/2006 di attuazione della stessa, nel rispetto delle nuove norme, quali il DM 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la realizzazione delle strade" e il DM 14/09/2006 relativo alle norme tecniche sull'illuminazione delle gallerie stradali.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Riferimenti Normativi

Le principali normative di riferimento per la progettazione delle opere impiantistiche sono:

- D. Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81- Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Legge n° 186 del 3.1.1968 sull'esecuzione degli impianti elettrici
- D. Lgs. 22 gennaio 2008, n. 37 (ex legge 46/90) – Attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs. 311 del 29 dicembre 2006 – Prestazioni energetiche degli edifici
- Norme CEI in genere ove applicabili (ed in particolare quelle indicate)
- Norme UNI di prodotto e di impianto (ed in particolare quelle indicate)
- Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- Norma CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni"
- Norma CEI 64-7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- Norma CEI EN 62305 "Protezione contro i fulmini"
- Norma UNI EN 12845 "Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione"
- Norma UNI 9795 "Sistemi di rilevazione automatica di incendio e segnalazione di allarme"
- Norma UNI 10339 "Impianti aerulici al fine del benessere"
- Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche"
- Norma UNI EN 13201 "Road lighting"
- Norma UNI 11095 "Luce e illuminazione – Illuminazione gallerie"
- Norma UNI 12464 "Illuminazione dei posti di lavoro"
- D.M. 14 settembre 2005 "Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Norme di illuminazione delle gallerie stradali"
- DLgs 106/17 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, DGR1715 del 24 ottobre 2016" (adeguamento cavi CPR)
- Norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, gli impianti ed i loro componenti, i

criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo

- Guide CIE ed in particolare la guida CIE 88-90 "Illuminazione delle gallerie"
- Norma CEI 0-16:2019 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- Leggi regionali che definiscono i limiti di inquinamento luminoso;
- Le prescrizioni degli enti gestori impianti di telecomunicazioni;
- le prescrizioni UTIF e le Norme riguardanti l'energia elettrica.

3 CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI DI BASE E PER LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

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.

3.1 Sicurezza

Il fattore sicurezza è stato valutato in condizioni di normale esercizio e di evento anomalo. Le singole apparecchiature dovranno quindi rispettare precise prescrizioni tecniche con riferimento alla normativa adottata.

3.2 Continuità di servizio

La continuità di servizio sarà assicurata mediante gruppo statico di continuità (UPS). 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.

3.3 Manutenzione

Al fine di rendere rapidi ed agevoli gli interventi di manutenzione, la cabina elettrica è stata ubicata all'esterno del portale della galleria ed il numero di apparecchiature all'interno della galleria è stato minimizzato.

Il posizionamento degli equipaggiamenti è stato studiato in modo da ottimizzare la gestione della galleria durante gli interventi manutentivi.

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.

4 IMPIANTI ELETTROMECCANICI PREVISTI

Gli impianti elettromeccanici previsti sono, in linea di massima, per la galleria Monte Romano, i seguenti:

- Trasformazione e distribuzione elettrica principale, allestimento delle due cabine elettriche di ricezione e trasformazione, a servizio della galleria
- Illuminazione ordinaria costituita dall'illuminazione permanente edall'illuminazione di rinforzo
- Illuminazione di emergenza costituita dall'illuminazione della galleria in condizioni di interruzione di erogazione dell'energia elettrica
- Illuminazione di sicurezza per evacuazione
- Impianto di ventilazione
- Impianto di rivelazione della qualità dell'aria (opacità, CO) in galleria
- Impianto di misurazione della velocità dell'aria in galleria
- Stazioni di emegenza (SOS)
- Cartelli luminosi per l'indicazione delle vie di fuga
- Impianto di video sorveglianza all'interno dei fornic, per mezzo di telecamere fisse
- Impianti tecnologici nei bypass pedonali
- Impianto di rivelazione incendi (in galleria e nelle cabine)
- Impianto di controllo del traffico in galleria
- Impianto di comunicazione all'utenza (pannelli freccia/croce e PMV)
- Impianto di comunicazioni radio e predisposizioni per telefonia mobile
- Impianto idrico antincendio

Per gli svincoli Monte Romano est e Tarquinia, invece, sono previsti i seguenti impianti:

- Impianto di illuminazione stradale costituito corpi illuminanti a LED, pali h=12 m, cavidotti interrati e cavi in alluminio
- Impianto di illuminazione permanente della galleria artificiale di sottopasso alla SS 1bis
- Quadri elettrici di alimentazione e comando degli impianti

5 DATI DELL'ENERGIA ELETTRICA

I dati della rete in media tensione, considerati nel progetto sono riportati nella successiva tabella

DEFINIZIONE CARATTERISTICHE

Tensione nominale rete MT:	20 kV
Frequenza nominale:	50Hz
Tensione di isolamento del quadro:	24 kV
Corrente nominale del quadro:	630 A
Corrente di cto. cto. presunta sul quadro:	12,5 kA
Corrente di breve durata:	16 kA / 1 sec

6 SISTEMA PRIMARIO DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

Per l'alimentazione elettrica ed il controllo degli impianti della galleria sono previste le cabine elettriche est ed ovest.

Le norme di riferimento per gli impianti elettrici sono le CEI e CEI EN. Tutti i sistemi elettrici della galleria, sono stati progettati in accordo a tali norme.

Per mantenere il fattore di potenza entro il limite contrattuale e in accordo al Provvedimento CIP è previsto un complesso di rifasamento automatico dimensionato al fine di ottenere un f.d.p. superiore a 0.95.

Ogni cabina è alimentata dalla rete MT dell'Ente distributore.

Le cabine sono dotate di UPS che, in mancanza rete, sono in grado di alimentare senza soluzione di continuità i sistemi di controllo, l'automazione ed i circuiti permanenti di illuminazione con autonomia a pieno carico non inferiore a 30 minuti.

7 FABBRICATI CABINA ELETTRICA

Negli elaborati grafici di progetto sono state dettagliate le caratteristiche dimensionali dei fabbricati cabina elettrica.

Ogni cabina dovrà essere a tenuta alle infiltrazioni dell'acqua, polvere, insetti e, in generale, di corpi estranei; queste esigenze sono, infatti, di fondamentale importanza ai fini del mantenimento delle apparecchiature installate e quindi della continuità di servizio degli impianti.

Le cabine sono state previste in muratura del tipo prefabbricato, in c.a.v. antisismiche.

Opportune finestrate con griglie antipioggia e rete antinsetto di acciaio inox sono presenti nei locali in cui le apparecchiature installate producono calore; ciò al fine di consentire i necessari ricambi d'aria e mantenere la temperatura massima entro valori accettabili.

Qualora la sola ventilazione naturale non fosse sufficiente sono anche previsti condizionatori d'aria.

Ogni cabina è dotata d'impianto luce normale e d'emergenza e di sistemi per la rivelazione d'incendio, antintrusione e controllo accessi connessi al sistema di supervisione.

Nelle cabine saranno installati i cartelli segnaletici di sicurezza, i dispositivi antincendio (estintori), i dispositivi di pronto soccorso ed i dispositivi di protezione individuali (DPI), quali ad esempio: elmetto e visiera isolante, calzature isolanti soprascarpe, guanti isolanti, ecc.

Nelle cabine elettriche sono sistemate le seguenti apparecchiature:

- Quadro MT
- Trasformatori MT/bt
- Quadro generale di bassa tensione (QGBT)
- Quadro gruppo elettrogeno
- Gruppo statico di continuità (UPS)
- Quadro continuità assoluta (QCA)
- Quadro di distribuzione e controllo dei circuiti per l'illuminazione della galleria (Q-ILL)
- Quadro dei servizi ausiliari di cabina e di galleria (Q-SA)
- Quadro di rifasamento automatico (Q-RIF)
- Quadro impianti di telecomunicazione (QTLC)

8 PRINCIPALI EQUIPAGGIAMENTI DELLA DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Il dimensionamento e la scelta degli equipaggiamenti è stato eseguito con l'obiettivo della massima standardizzazione possibile; ciò al fine di ridurre al minimo le parti di ricambio e facilitare la manutenzione.

8.1 Equipaggiamenti della distribuzione elettrica

Quadri di MT

I quadri di MT sono del tipo Protetto, a prova d'arco interno, con interblocchi meccanici ed elettrici che impediscono manovre errate; ciò assicura un esercizio sicuro ai fini della prevenzione infortuni.

Trasformatori MT/bt

I trasformatori MT/bt sono del tipo con isolamento in resina.

Tutti i trasformatori sono equipaggiati con termo - rivelatori inseriti negli avvolgimenti per il controllo continuo della temperatura.

I termo-elementi sono connessi ad una centralina con display digitale, la quale controlla anche la ventilazione forzata prevista per il locale d'installazione.

Quadri elettrici di distribuzione

- Distribuzione primaria

L'alimentazione dei vari sistemi viene effettuata come da schema unifilare incluso nei documenti di progetto.

L'affidabilità delle moderne apparecchiature e il dimensionamento effettuato nel progetto assicura un elevato grado di disponibilità dell'alimentazione.

Il fattore che potrebbe ridurre detta disponibilità è da ricercare negli effetti delle sovratensioni.

E' stata pertanto prevista l'applicazione coordinata di sistemi di protezione contro gli effetti delle sovratensioni sia di natura atmosferica (origine esterna) che di manovra (origine interna).

- Distribuzione e controllo degli impianti di illuminazione in galleria

E' previsto un quadro d'alimentazione con i dedicati sistemi di controllo.

Il quadro riceve due alimentazioni: una da rete e la seconda dal sistema di continuità (UPS),

per i circuiti permanenti.

All'interno del quadro sarà installata la centrale di gestione del sistema a onde convogliate destinato a regolare il flusso degli apparecchi a LED, che saranno equipaggiati con alimentatori dimmerabili 0-10V e con i relativi moduli di comando gestiti dedicato.

- Caratteristiche principali dei quadri elettrici

I quadri elettrici devono essere realizzati a perfetta regola d'arte, in conformità alle norme di legge e di buona tecnica (in particolare D. Lgs. n. 81 del 09/04/08 "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro", D.M. n. 37 del 22/01/08, Norme CEI 17-13).

Tutti i materiali e le apparecchiature fornite dovranno:

- presentare le migliori qualità di solidità, durata, isolamento e buon funzionamento, in modo da resistere validamente alle azioni elettriche, meccaniche, chimiche, termiche e corrosive alle quali possono essere esposti durante l'esercizio;
- rispondere alle prescrizioni individuali applicabili ed alle relative norme e tabelle UNI, CEI, UNEL in vigore;
- dovranno avere marchio CE ed IMQ nei casi in cui tale concessione è prevista.

I quadri elettrici avranno le seguenti caratteristiche:

Denominazione	Valori
Schema elettrico tipico	Vedere disegni di progetto
Tensione esercizio	400 – 230 V
Frequenza nominale	50Hz
n. fasi	3 + N
Potere d'interruzione di servizio degli interruttori	> 15 kA
Tipo di segregazione	3 per il QGBT 2b per gli altri quadri
Categoria di quadri	ANS
Norme di riferimento	CEI EN 60439
Involucro	In lamiera zincata verniciata
Accessibilità	solo dal fronte
Fissaggio	A pavimento
Ingresso cavi di arrivo e di partenza	dal basso

Allacciamento cavi da e verso l'esterno

A morsettiera

Sistemi automatici di rifasamento

Il controllo del fattore di potenza (f.d.p.) è automatico ed affidato ad un apposito regolatore.

I condensatori sono del tipo adatto ad operare alla presenza di carichi distorcenti.

Il dimensionamento è fatto per portare il f.d.p. a valori superiori di quelli limite imposti dalla Legge e dall'Ente Pubblico di distribuzione.

Sul lato bt del trasformatore MT/bt sono previsti condensatori fissi per la compensazione della sola potenza reattiva di magnetizzazione con trasformatore a vuoto.

Pulsante d'emergenza

All'esterno della cabina è prevista una cassetta con il pulsante d'emergenza per la messa fuori tensione di tutta la cabina a valle del punto di consegna dell'energia elettrica, con inibizione dell'uscita dell'UPS

8.2 Sistema di alimentazione di continuità

E' costituito da inverter, commutatore statico di by-pass e by-pass manuale.

L'UPS alimenta direttamente una parte dei circuiti luce in galleria e i servizi di sicurezza della galleria e della cabina elettrica.

In caso di mancata alimentazione, l'UPS alimenterà, senza soluzione di continuità, i servizi ed i circuiti permanenti per 30 minuti.

In condizione di presenza rete, in caso di guasto all'UPS, il commutatore statico commuta automaticamente su rete, sempre senza interruzione di tensione.

9 PROTEZIONI E SELETTIVITÀ

9.1 Protezioni degli impianti e delle persone

Sono previste le seguenti protezioni:

- Protezioni contro le sovracorrenti: corto circuiti e sovraccarichi, mediante interruttori automatici;
- Protezioni contro i contatti diretti: mediante protezioni meccaniche: gradi di protezione minime IP31 per i quadri;
- Protezioni contro i contatti indiretti: mediante interruttori differenziali;
- Protezioni contro le sovratensioni: mediante scaricatori di sovratensione e di corrente da fulmine.

9.2 Selettività dell'impianto

La selettività può essere suddivisa in:

- Selettività in caso di sovracorrenti tra le fasi;
- Selettività in caso di guasto verso terra.

Selettività in caso di sovracorrenti tra le fasi

I sistemi di protezione e le tarature degli sganciatori di sovracorrente assicurano, per i circuiti di distribuzione primaria, un buon grado di selettività.

Selettività in caso di guasto verso terra

La presenza di dispositivi differenziali permette una buona selettività considerando che sulle partenze dei quadri principali, e relativamente ai circuiti di distribuzione, sono stati previsti relè differenziali di tipo indiretto con un'ampia gamma di taratura sia in corrente che in tempo.

I circuiti terminali, salvo parte dei servizi di sicurezza, sono protetti con differenziali ad alta sensibilità.

Tutti i circuiti principali, essenziali ai fini della sicurezza, sono equipaggiati con relè di terra indiretti con display digitale e soglia d'allarme prefissabile.

10 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

In corrispondenza di ogni cabina elettrica è previsto un impianto di tipo disperdente dovuto alla presenza del sistema a MT.

L'impianto è stato dimensionato in base alla massima corrente di primo guasto a terra sulla rete a M.T. e considerata pari a 144 A con tempo di estinzione pari a 0.5 sec. Tale condizione è risultata più restrittiva rispetto ad una possibile distribuzione in MT con neutro compensato.

Per i circuiti in bt il sistema impiegato è il TN-S.

L'impianto di terra dovrà avere anche funzione equipotenziale.

Dalla rete di terra di cabina, sono previste delle derivazioni per il collegamento ai collettori di terra ubicati all'interno della cabina. Dai collettori di terra in cabina, saranno collegate tutte le masse e masse estranee presenti.

L'impianto d'illuminazione in galleria non necessita messa a terra, anche se sostenuto da canale portacavi in acciaio, perché:

- Gli apparecchi illuminanti sono in isolamento di classe II ai fini dei contatti indiretti;
- I cavi impiegati hanno isolamento U_0/U di 0,6/1 kV contro una tensione di alimentazione di 0,23/0,4 kV; pertanto possono essere considerati in classe II;
- Le derivazioni dalle dorsali sono previste di classe II.

Tali condizioni sono sufficienti per definire il sistema di classe II.

Tutte le masse e le masse estranee presenti nell'area interna ed esterna della galleria sono, comunque, equipotenzializzate.

11 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE GALLERIA

L'impianto di illuminazione in galleria è costituito da apparecchi illuminanti con lampade a LED delle seguenti caratteristiche:

- per i rinforzi: 48.800 lumen (160 LED), 18.500 lumen (60 LED), 6.000 lumen (20 LED)
- per i permanenti 4.500 lumen (20 LED)
- per le piazzole di sosta 3.100 lumen (20 LED)
- per i bypass pedonali 1.900 lumen (16 LED)

Tutti gli apparecchi illuminanti appartengono alla classe II e non necessitano di messa a terra.

L'impianto d'illuminazione della galleria è stato sviluppato in accordo alle normative di riferimento di seguito indicate:

NORMATIVA	DESCRIZIONE
UNI 11095	Illuminazione delle gallerie
UNI 11248	Requisiti illuminotecnica per strade con traffico motorizzato
UNI EN13201-2	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali

Sistema illuminazione di rinforzo

Scopo di questo impianto è di evitare al conducente dell'autoveicolo che s'immette nella galleria durante le ore diurne, l'improvvisa, fortissima variazione della luminanza, con la conseguente perdita temporanea della corretta visione. L'impianto d'illuminazione sarà gestito in modo da aumentare l'illuminamento all'interno della galleria tanto intensamente quanto più elevato è l'illuminamento naturale esterno ad essa.

I circuiti per l'illuminazione di rinforzo sono previsti nella prima parte della galleria, la tratta di rinforzo è suddivisa in due zone:

Zona di soglia o adattamento

E' costituita dalla parte iniziale del tunnel. L'illuminazione della zona di soglia dipende dalla luminanza della zona d'accesso ed è determinata considerando la percezione visiva di un automobilista che è ancora fuori del tunnel. La lunghezza di tale zona è funzione della massima velocità prevista e non deve risultare inferiore alla distanza d'arresto.

Zona di transizione

E' rappresenta la parte di tunnel in cui i livelli di luminanza devono essere gradualmente ridotti per raccordarsi ai livelli della zona interna, in modo da consentire l'adattamento dell'occhio ai minori

valori di luminanza.

La lunghezza del tratto di transizione dipende dalla massima velocità ammissibile e dalla differenza fra il livello di luminanza al termine della zona di soglia ed il livello di luminanza della zona interna.

Sistema d'illuminazione permanente

Scopo di questo impianto è l'illuminazione ad un valore definito e costante della luminanza del tratto interno della galleria.

La gestione è di "Sempre Acceso". Durante le ore notturne il sistema di regolazione provvederà a ridurre la tensione al fine del risparmio energetico.

11.1 Apparecchi illuminanti per l'illuminazione permanente

L'illuminazione di tipo permanente sarà realizzata con apparecchi illuminanti aventi un corpo in pressofusione di alluminio, equipaggiati con sorgenti a LED e completi di cavo terminale e di spina CEE 2P+T 16A 230V IP66. Gli apparecchi saranno disposti su due file con passo regolare, fissati sul canale portacavi posto sopra ciascuna corsia di marcia tramite supporto per aggancio rapido in acciaio inox.

L'apparecchio avrà un gruppo ottico costituito da una piastra in alluminio montante i LED con ottica primaria siliconica dedicata per ogni singolo LED.

La dissipazione del calore è garantita da un adeguato dissipatore alettato con raffreddamento passivo.

L'alimentazione interna, in corrente continua a 500 mA è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver 1-10V), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (> 90.000 ore).

L'apparecchio sarà inoltre equipaggiato di modulo ad onde convogliate per la regolazione del flusso luminoso emesso.

11.2 Apparecchi illuminanti per l'illuminazione di rinforzo

L'illuminazione di tipo permanente sarà realizzata con apparecchi illuminanti aventi un corpo in pressofusione di alluminio, equipaggiati con sorgenti a LED e completi di cavo terminale e di spina CEE 2P+T 16A 230V IP66. Gli apparecchi saranno disposti su due file con passo variabile in funzione del valore di luminanza richiesto nella posizione di montaggio del singolo corpo illuminante, fissati sul canale portacavi posto sopra ciascuna corsia di marcia tramite supporto per aggancio rapido in acciaio inox.

L'apparecchio avrà un gruppo ottico tipo PCB metal core board in alluminio con sistema multichip. La dissipazione del calore è garantita da un adeguato dissipatore alettato con raffreddamento passivo.

L'alimentazione interna, in corrente continua a 700 mA è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver 1-10V), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (>150.000 ore).

L'apparecchio sarà inoltre equipaggiato di modulo ad onde convogliate per la regolazione del flusso luminoso emesso.

11.3 Illuminazione di sicurezza per evacuazione

L'impianto di illuminazione di evacuazione è finalizzato a garantire agli automobilisti l'evacuazione in sicurezza a piedi in caso di emergenza. Conformemente alla normativa vigente in materia, con particolare riferimento alle Linee Guida (LG) ANAS per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali (seconda edizione 2009), alla Norma CEI 64-20:2015 ed alla Norma UNI EN 16276, l'impianto sarà realizzato da apparecchi illuminanti posti ad una altezza di 1,30 m dal piano viabile. Tale impianto costituisce una guida luminosa verso le uscite di sicurezza (nel caso specifico coincidente con i portali) la cui funzionalità non viene pregiudicata dai fumi generati da un eventuale incendio all'interno del tunnel.

L'impianto risulterà costituito da apparecchi a LED posti ad una altezza pari a 1,30 e con passo 12,50 m lungo il lato destro dell'intero sviluppo della galleria. Tale modalità di installazione garantisce sul piano stradale un livello minimo di illuminamento, in una zona di larghezza 1 m lungo i due piedritti del tunnel, pari a 2 lux. Tali valori si prescrivono limitatamente alle due banchine lungo i piedritti del tunnel in quanto solo esse vengono considerate come probabile vie di fuga a piedi per gli automobilisti lungo il tunnel. Si precisa che i livelli di illuminamento sopra menzionati trovano rispondenza con i valori prescritti nelle LG su menzionate.

L'impianto in esame risulta essenzialmente costituito da:

- apparecchi a 2 schede ciascuna con 5 LED colore bianco appositamente studiato per l'illuminazione delle vie di esodo in galleria fissati sul profilo redirettivo ad una altezza di 130 cm con passo regolare di 12,50 m, completi di cavo terminale di derivazione (cavo 3x1,5mm²). Gli apparecchi sono costituiti da un vano lampada e da un vano morsettiera: il vano lampada comprende una coppa a sezione trapezoidale ricavata da lastra in metacrilato antiurto estruso trasparente prismaticizzato di spessore 3 mm ed una base provvista di supporto per il montaggio della sorgente luminosa. Le due parti sono unite in modo da

garantire un grado di protezione IP66. La parte superiore è provvista di coperchio opaco, in ABS autoestinguente, per evitare dispersioni di luce verso l'alto e garantire il massimo confort visivo all'utente in transito. Il vano morsettiera è costituito da una cassetta in ABS termoformato completa di base per il fissaggio a parete. La sorgente luminosa è costituita da un circuito stampato allocante i led posizionati in modo che l'emissione della luce sia simmetricamente bidirezionale. La tensione di alimentazione degli apparecchi sarà pari a 24/48 Vdc, la potenza complessiva assorbita in condizioni normali è 3,1 VA mentre in condizioni di emergenza risulta pari a 19,2 VA. La derivazione dalla linea dorsale di alimentazione sarà eseguita con giunti a crimpare – nastri autoagglomeranti e isolanti e guaina termorestringente. Altre caratteristiche sono: classe di isolamento II, protezione interna contro cortocircuiti e sovratensioni.

- rete dorsale di alimentazione degli alimentatori ca/cc, in continuità assoluta, avente configurazione dorso-radiale, realizzata con cavo tipo FTG10(O)M1. La rete, in continuità assoluta, sarà derivata dal quadro di illuminazione di cabina (Q-ILL)
- centraline di alimentazione e controllo intensità luminosa: la tensione nominale di alimentazione degli apparecchi è normalmente pari a 24Vdc; tramite la centralina di controllo collocata in cabina è possibile una variazione della tensione di alimentazione da 24 a 48Vdc al fine di modificare l'emissione luminosa dei LED. In normale esercizio i LED vengono gestiti ad intensità luminosa ridotta, evitando di recare disturbi agli automobilisti ma garantendo nel contempo un'efficace guida visiva mentre nel funzionamento in emergenza i LED vengono gestiti ad intensità luminosa aumentata migliorando l'efficacia dell'indicazione del percorso d'esodo. Infine, sempre con tale dispositivo, si può attivare la funzione lampeggio con frequenza regolabile 0,1÷10Hz
- rete di alimentazione terminale, avente configurazione dorso-radiale realizzata con cavo 3x1x6 mm² tipo FTG10(O)M1, resistente al fuoco, derivata dai vari alimentatori. Lungo tale rete saranno eseguiti, tramite morsetti a perforazione di isolante, i nodi di derivazione per l'attestazione finale degli apparecchi a LED.

11.4 Interfacciamento al sistema di supervisione

Per il monitoraggio e la gestione degli impianti di illuminazione della galleria (permanenti e rinforzi) si prevede un sistema dedicato ad onde convogliate già descritto in precedenza.

A livello della sala controllo remota sarà previsto un PC server con SW dedicato (coincidente con

quello dedicato alla gestione degli impianti di illuminazione esterna). Tale PC sarà inoltre predisposto per poter essere interfacciato, tramite la condivisione di un database comune (ad esempio una piattaforma SQL) con eventuale sistema di gestione superiore (server SCADA) dedicato al sistema di controllo e supervisione generale di tratta.

Inoltre gli impianti di illuminazione risulteranno interfacciati al sistema di supervisione locale con le seguenti modalità:

- segnali I/O da/per il quadro di alimentazione (Q-ILL) relativi allo stato dei vari dispositivi di protezione e di comando.

Infine per l'impianto di illuminazione di sicurezza (per evacuazione) esso sarà interfacciato al sistema di supervisione locale con le seguenti modalità:

- segnali I/O da/per le centraline di controllo relativi alla segnalazione di avaria, attivazione del sistema, ecc.
- segnali I/O da/per il quadro di alimentazione (Q-ILL) relativi allo stato dei vari dispositivi di protezione e di comando.

I suddetti segnali saranno gestiti dall'unità PLC collocata nel quadro di alimentazione avente un'interfaccia Ethernet TCP/IP per la connessione al nodo WAN/dati.

12 CONDUTTURE ELETTRICHE E CANALIZZAZIONI

12.1 Condotture elettriche

Le condutture di MT sono state scelte con grado d'isolamento 24 kV.

Le condutture di bt posate nelle canalizzazioni interrato all'esterno della galleria, sono del tipo non propaganti l'incendio FG16(O)R16 0,6/1kV.

Le condutture posate nelle canalizzazioni interrato ed a vista all'interno della galleria sono del tipo FG16(O)M16 0,6/1kV, senza emissioni di fumi opachi, relativamente ai circuiti ordinari, e cavi del tipo FTG18(O)M16 per tutti i circuiti relativi ad impianti di emergenza e di sicurezza.

I cavi sono stati dimensionati con cadute di tensione nei limiti della normativa.

Il dimensionamento delle condutture tiene conto comunque della loro protezione da parte dei dispositivi di sgancio magneto-termici e differenziali degli interruttori.

Per i circuiti di maggiore lunghezza la protezione delle condutture è affidata essenzialmente agli sganciatori termici dei dispositivi di protezione. Infatti la corrente che si stabilisce a fondo linea in caso di corto circuito, talvolta non è sufficiente per garantire l'intervento della soglia magnetica.

Tamponamenti condutture con materiali intumescenti

A fine lavori di montaggio, tutte le feritoie, aperture, tubi per cavi entranti nei pozzetti, saranno opportunamente sigillate al fine di evitare l'ingresso di acqua, roditori, insetti ecc.

Nella cabina elettrica saranno realizzate delle barriere taglia fiamma con opportuno materiale intumescente.

Tale trattamento sarà previsto:

- Sulle passerelle cavi ogni 3 metri e comunque sulla mezzeria d'ogni tratta;
- In corrispondenza della salita verso i quadri;

Considerando la ridotta massa di materiale isolante dei cavi sulle passerelle in galleria, in queste non vanno previste barriere di materiale intumescente.

12.2 Canalizzazioni

Di seguito sono indicate le principali canalizzazioni:

Interno galleria

- in tubi HDPE e tritubi in PVC annegati nel manufatto in cls realizzato dietro il profilo redirettivo

- Esposte in passerelle in acciaio inox AISI 316 fissate alla copertura della galleria che, oltre ai cavi, hanno funzione di sostenere gli apparecchi illuminanti e i relativi alimentatori.
- Sottotraccia in tubi flessibili sulle pareti della galleria

Esterno galleria

- Interrate con tubazioni in HDPE e tritubi

Principali caratteristiche delle passerelle

Passerella forata con ala ribordata in acciaio inox AISI 316, tratti rettilinei di lunghezza non inferiore ai 3 metri, atta a mantenere un carico uniformemente distribuito di 30 Kg/m ed un carico concentrato al centro di 50 Kg con una distanza tra gli appoggi non superiore ai 3 metri.

Le passerelle forate e tutti gli accessori quali curve, derivazioni a T, incroci, giunzioni, ecc. dovranno essere prive di scaglie, bave, superfici abrasive ed angoli taglienti soprattutto in quelle parti dove vengono alloggiati i cavi elettrici così da evitarne il danneggiamento durante la stesura.

La giunzione dei tronchi di passerella avviene mediante giunto e fissati senza bulloneria.

Il sistema di canalizzazione deve garantire la continuità elettrica

I supporti di sostegno delle passerelle verranno fissati alla copertura della galleria mediante tasselli chimici.

Caratteristiche dei pozzetti rompi tratta interni alle gallerie

I pozzetti rompi tratta all'interno della galleria sono stati previsti ogni 50 m e verranno ricavati nel riempimento in calcestruzzo alle spalle del profilo redirettivo.

Al fine di prevenire l'accumulo di acqua all'interno dei pozzetti, tutti i pozzetti lato marcia dovranno venire opportunamente drenati sul fondo mediante tubi corrugati. Non dovrà essere possibile l'accumulo di acqua nei pozzetti.

13 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

La galleria Monteromano sarà dotata di impianto di ventilazione e controllo fumi.

L'impianto di ventilazione è stato progettato secondo le raccomandazioni dell'associazione mondiale della strada (PIARC) esplicitando le diverse funzioni dell'impianto (in esercizio ordinario ed in caso di incendi). I risultati dei calcoli hanno permesso di definire il numero di ventilatori da prevedere ipotizzando un incendio di 50 MW di potenza.

Agli imbocchi della galleria è stato previsto un quadro di comando della ventilazione allo scopo di consentire ai VVF ed al personale autorizzato la gestione locale della ventilazione durante le operazioni di soccorso ed estinzione dell'incendio.

La ventilazione della galleria è gestita con logica di funzionamento da un sistema automatico (PLC) in base alla presenza o meno di un incendio all'interno della galleria stessa.

I ventilatori sono collegati ad alimentazione elettrica di emergenza (sbarra di emergenza) con cavi di tipo FTG18(O)M16 Resistenti al Fuoco a norma CEI 20-45; inoltre il sistema di comando e controllo è collegato ad alimentazione elettrica di sicurezza.

I ventilatori longitudinali previsti a progetto e posizionati in calotta, dovendo rimanere operativi anche in caso di incendio, sono previsti in acciaio inox AISI 316 e devono resistere per almeno 90 minuti ad una temperatura di 400°C.

La galleria sarà equipaggiata con un sistema di rivelazione automatica di incendio che permette una accurata localizzazione dell'incendio compatibile con l'architettura della ventilazione.

Tale informazione consentirà la disattivazione dei ventilatori più prossimi all'incendio in maniera da evitare moti turbolenti che possano favorire la destratificazione dei fumi.

L'intervento in automatico della ventilazione su indicazione della rivelazione di incendio sarà comunque valutata in considerazione dei possibili scenari incidentali ipotizzabili.

La galleria sarà altresì dotata di impianto monitoraggio fumi (CO/OP) e di anemometri per il rilevamento della velocità dell'aria all'interno delle due fornici. L'impianto di ventilazione e i sensori di regolazione relativi sono collegati ad alimentazione elettrica di emergenza (gruppo elettrogeno). Tutti gli impianti speciali a servizio del sistema di ventilazione saranno alimentati dal fonte di alimentazione privilegiata (UPS); i cavi saranno di tipo FTG18(O)M16.

Maggiori dettagli a riguardo della strumentazione ed impianti speciali sono riportati negli elaborati di progetto.

Gli analizzatori CO/OP previsti sono del tipo ottico a lungo raggio d'azione (circa 150 ml) e sono in

grado di assicurare oltre che una sufficiente approssimazione di analisi (fattore importante per la regolazione di un impianto di ventilazione su range di valori generalmente piuttosto estesi) anche e soprattutto un grado di monitoraggio pressoché totale sull'intero sviluppo di galleria. Questo tipo di apparecchi presentano, inoltre, una buona efficienza per essere utilizzato come pre-allarme incendio.

In questo caso specifico, quindi, i sensori potranno essere utilizzati quali strumentazioni integrative per il rilevamento in automatico di situazioni estreme di esercizio (è infatti evidente che un brusco innalzamento dei parametri controllati di opacità e CO è strettamente legato a situazioni di emergenza per blocco traffico o sviluppo di incendio).

Da un indagine approfondita in moltissime gallerie si è constatato che la ventilazione forzata viene attivata esclusivamente dal raggiungimento del livello di soglia dell'opacità presente, poiché la concentrazione media del monossido di carbonio rimane sempre a concentrazioni molto ridotte, molto al di sotto del livello di soglia, e il grafico del flusso di dati relativi alla concentrazione CO rimane costante tendente a zero.

Oggi, quindi si può concludere che l'analisi della CO nelle gallerie stradali ha importanza per controllo di sicurezza attiva di vivibilità , poiché il gas è tossico, mentre è poco significativo per la gestione automatica della ventilazione forzata né tantomeno per l'individuazione di situazioni di emergenza per incendio.

14 IMPIANTO ANTINCENDIO

La galleria Monte Romano dovrà essere dotata di un impianto idrico antincendio. L'erogazione idrica 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 condotta fissa di adduzione dell'acqua per tutta la lunghezza della galleria in grado di garantire una portata minima di 1200 litri/min. ed una pressione minima pari a 0,5 MPa con idranti posti a interdistanza pari a 150 m.

L'impianto idrico antincendio deve essere in grado di garantire valori di portata uniformi tra i differenti idranti e comunque non inferiori a 300 l/min con pressione di rete pari a 0,5 Mpa.

L'impianto idrico antincendio installato deve essere dotato di:

- idranti con attacco UNI-70 con relativo corredo di lancia e manichetta all'esterno delle gallerie e nelle piazzole di sosta;
- idranti con attacco UNI-45 collocati in idonee cassette con relativo corredo di lancia e manichetta all'interno delle gallerie di esercizio;
- attacchi di mandata per motopompa UNI 70 agli imbocchi delle gallerie di esercizio (UNI 9490).

Gli idranti devono essere posizionati negli appositi armadietti di emergenza nelle nicchie previste sul lato destro della carreggiata.

La rete idrica di distribuzione dell'acqua antincendio deve essere ad anello ed è alimentata da una stazioni di pompaggio presente nella cabina Monte Romano est dotata di:

- gruppo di pompaggio UNI9490;
- serbatoio di riserva.

I collettori dell'acqua antincendio non devono essere esposti direttamente al fuoco dovendo garantire il servizio per un tempo non inferiore alle due ore nel corso delle operazioni di spegnimento.

I collettori dell'acqua antincendio devono essere protetti 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.

Per l'impianto antincendio è prevista la dotazione di strumenti per la misura della temperatura, della portata e della pressione.

La vasca di accumulo sarà inoltre provvista di un misuratore di livello continuo e di livellostati di sicurezza; tutte le misure ed i segnali digitali saranno trasmessi al sistema di supervisione e telecontrollo per avere un monitoraggio continuo del sistema antincendio.

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.

15 BY-PASS PEDONALI

All'interno della gallerie Monte Romano è previsto un collegamento pedonale tra le due canne ogni 300 m. I collegamenti pedonali devono essere separati dalla canna incidentata mediante idonee strutture caratterizzate da grado di compartimentazione REI 120. All'uscita – ingresso del collegamento pedonale si deve prevedere un'area di protezione rispetto al flusso veicolare avente lunghezza non inferiore a 2 m. Un armadietto di emergenza deve essere posto all'interno del collegamento pedonale. I collegamenti pedonali possono essere adibiti a via di fuga protetta o a luogo sicuro temporaneo e la canna non interessata dall'incendio è considerata luogo sicuro dinamico. Le porte di accesso devono essere dotate di sensori e all'apertura deve attivarsi un allarme ottico acustico locale temporizzato ed un allarme nel centro di controllo ove previsto. L'impianto di ventilazione dei collegamenti pedonali deve assicurare le seguenti modalità:

- funzionamento in esercizio: mantenere la sovrappressione e nel contempo mantenere condizioni termoigrometriche che non consentano la formazione di muffe;
- funzionamento in emergenza per gli utenti: garantire la sovrappressione del locale, prevenire l'ingresso dei fumi a porte aperte;
- funzionamento in emergenza per gli addetti al soccorso ed allo spegnimento: garantire una velocità media del flusso sufficiente a consentire l'accesso alla canna incidentata.

L'impianto ventilazione del collegamento pedonale deve essere collegato alla alimentazione elettrica di emergenza. Il sistema di comando e controllo dell'impianto di ventilazione deve essere collegato alla alimentazione elettrica di sicurezza.

L'impianto di illuminazione del collegamento pedonale deve essere collegato alla alimentazione elettrica di sicurezza.

16 STAZIONI DI EMERGENZA

Le stazioni di emergenza sono progettate per mettere a disposizione diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza ed estintori, ma non per proteggere gli utenti dagli effetti di un evento di incendio.

Le stazioni di emergenza sono costituite da un armadio in nicchia realizzata nel lato destro del piedritto.

La rottura di un vetro, l'apertura di uno sportello per il prelievo degli estintori deve attivare un allarme locale ottico ed acustico temporizzato.

Il segnale di apertura deve essere inviato al centro di controllo quando previsto. Un armadietto di emergenza andrà posto all'interno dei luoghi sicuri temporanei.

Il sistema di allarme in dotazione agli armadietti di emergenza deve essere collegato ad alimentazione elettrica di sicurezza.

Gli armadi di emergenza devono essere previsti ai portali e ad interdistanza di 150 m, opportunamente segnalati con segnale luminoso mostrato in figura II 178 Art.125 e figura II 305 Art. 135 del D.P.R. 495/92 e segnale di postazione idrante come da fig. UNI 7546/8 (Linee guida fig. 6).

Gli armadietti devono contenere:

- pulsante di allarme;
- una postazione idrante;
- due estintori a polvere ed a schiumogeno;
- un telefono S.O.S.

Il segnale di apertura dell'armadietto deve essere inviato al centro remoto. Quando viene azionato il pulsante di allarme, viene 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.

17 CENTRO DI CONTROLLO

La sorveglianza della galleria deve essere demandata al centro di controllo. All'interno della cabina est della galleria Monte Romano sarà essere realizzata una postazione di comando e controllo locale normalmente non presidiata.

Il centro di controllo deve essere realizzato secondo principi ergonomici per l'interfaccia uomo macchina ed essere dotato di una 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 controllo è delegato, in condizioni di esercizio, a seguire il controllo di routine sull'operatività normale delle gallerie e dei sistemi connessi.

Gli operatori del centro di controllo devono essere addestrati tramite corsi di simulazione interattiva e mantenuti in addestramento esecutivo tramite esercitazioni di emergenza che coinvolgano più amministrazioni pubbliche per ottimizzare il coordinamento e le procedure d'intervento.

Le emergenze sono classificate in funzione della loro gravità ed opportuni manuali d'intervento operativo riportanti le procedure da attuare sono in dotazione della sala e dei suoi operatori.

Le simulazioni interattive sono utilizzate per l'addestramento continuo degli operatori ad emergenze non previste nei manuali operativi, al fine di conservare la necessaria flessibilità d'intervento agli operatori del centro di controllo.

Sistema di gestione e controllo

Il sistema di gestione e controllo deve prevedere un centro di comando e controllo di competenza compartimentale normalmente presidiato.

Il sistema di gestione e controllo deve essere realizzato in modo da garantire una futura supervisione centralizzata nazionale.

Il sistema di gestione della galleria deve permettere, localmente e in remoto, il comando e controllo degli impianti della galleria e l'autodiagnosi degli stessi.

Il sistema di controllo deve essere strutturato in modo da mantenere le funzioni vitali delle unità elementari degli impianti cosicché un'interruzione del sistema stesso non pregiudichi in alcun modo l'intervento di base dei sistemi di sicurezza.

La funzionalità del sistema di gestione e controllo da installare deve essere suffragata dai risultati forniti dall'applicazione della metodologia di analisi di rischio probabilistica.

Le informazioni raccolte dai sensori, vengono processate da sistemi che in accordo ad algoritmi,

allertano il personale di controllo e dispone una procedura di reazione alla variazione delle condizioni di esercizio; sia per le condizioni di normale esercizio, sia in caso di eventi incidentali.

Il sistema di controllo e gestione di una galleria deve:

- attuare procedure di risparmio energetico in condizioni di esercizio;
- monitorare i flussi di traffico;
- mantenere la struttura in efficienza al fine di gestire al meglio l'esercizio;
- comunicare segnalazioni agli utenti;
- mobilitare le unità di emergenza per risolvere gli eventi incidentali all'interno della galleria;
- dare inizio alle operazioni appropriate di emergenza quando necessario;
- monitorare di continuo l'equipaggiamento di sicurezza della struttura in modo da conservarlo sempre operativo;
- gestire la manutenzione degli impianti di sicurezza;
- indicare con precisione e tempestività la zona dell'incidente e del potenziale conseguente incendio;
- indicare con precisione e tempestività le concentrazioni di gas nocivi;
- indicare con precisione e tempestività le condizioni di visibilità all'interno del tunnel;
- attivare quando necessario il piano di soccorso e/o di evacuazione,
- archiviare all'interno di una base dati i valori misurati dai sensori, gli allarmi avvenuti, le azioni intraprese.

Il sistema di controllo e gestione della galleria, inoltre, deve essere in grado di:

- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione in condizioni di esercizio al fine di garantire la qualità dell'aria all'interno della galleria;
- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione in condizioni di emergenza al fine di garantire l'autosalvamento degli utenti;
- gestire il funzionamento del sistema di ventilazione delle vie dei fuga e dei luoghi sicuri in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza;
- gestire gli allarmi provenienti dal sistema di rilevamento incidenti e/o incendi;
- gestire il funzionamento dell'impianto idrico antincendio ed eventuali altri sistemi;
- gestire le variazioni di esercizio e le segnalazioni a messaggio variabile all'interno ed all'esterno della galleria;

- gestire l'impianto di comunicazione audio dotato anche di messaggi pre-registrati;
- gestire l'impianto di illuminazione in condizioni di esercizio e di emergenza;
- gestire l'impianto di alimentazione elettrica in condizioni di esercizio ed in condizioni di emergenza;
- gestire le procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria dei sistemi di sicurezza;
- gestire gli allarmi derivanti da malfunzionamento dei vari sistemi;
- fornire un'interfaccia di comunicazione locale e remota con gli addetti alla sicurezza.

Il sistema di gestione della galleria deve prevedere la ridondanza dell'hardware di gestione di cui almeno una parte deve essere in grado di realizzare procedure minime di emergenza.

I requisiti minimi ai quali un programma di gestione della sicurezza in galleria deve soddisfare sono:

- affidabilità in condizioni di esercizio;
- affidabilità in condizioni di emergenza;
- affidabilità in gestione remota;
- sicurezza intrinseca;
- gestione separata ed interoperabilità dei sistemi sicurezza,
- priorità all'utilizzatore,
- ridondanza;
- modularità;
- funzionalità off-line;
- compatibilità con le tecnologie di automazione ed informatiche maggiormente diffuse;
- standard riconosciuti per i protocolli di comunicazione,
- open source per i formati dei files e dei dati necessari alle funzionalità specifiche del programma di gestione,
- open source per le procedure base di sicurezza.

Il programma di gestione, in caso di rottura di un componente o di mancata attivazione di una procedura deve essere in grado di commutare ad una condizione nota di emergenza.

Il programma deve essere strutturato in modo tale da consentire la gestione del sistema galleria in sicurezza quando soggetto ad operazioni di aggiornamento e riconfigurazione.

18 RILEVAZIONE INCENDIO

Nella galleria Monte Romano è prevista l'installazione di un impianto di rilevazione automatica degli incendi mediante:

- opacimetri;
- sensori di concentrazione di monossido di carbonio;
- rilevatori lineari di temperatura;
- sistemi di rilevazione fumi mediante digitalizzazione delle immagini.

I dispositivi e gli impianti di rilevazione degli incendi devono consentire la localizzazione del focolaio. La buona pratica corrente richiede siano assicurati tempi di rilevazione certa dell'evento di incendio non superiori a 3 minuti a partire dall'arresto del veicolo incidentato.

19 SEGNALETICA VERTICALE LUMINOSA

Nella galleria si prevede l'installazione di una specifica segnaletica verticale luminosa con lo scopo di fornire ai viaggiatori la segnalazione delle vie di fuga.

La segnaletica luminosa per galleria sarà composta, nello specifico, da cartelli segnaletici a luce diffusa.

La segnaletica a luce diffusa, che viene utilizzata per l'indicazione delle vie di fuga, sarà composta da un corpo metallico ed una lastra autoestinguenta, a ridottissima emissione di fumi, con pittogramma, scheda a LED ed alimentatore.

Il segnale di tipo luminoso, a luce fissa, sarà collocato sul piedritto della galleria ogni 75 m, lungo entrambi i lati, con disposizione "a quinconce".

Le principali caratteristiche costruttive saranno le seguenti:

- telaio in acciaio inox AISI 304, interamente lavorato a specchio;
- lastra in materiale plastico autoestinguenta con pellicole interne per migliorare la trasmissione della luce e pellicola esterna retroriflettente con tecnologia a microprismi triedri trirettangoli ad alta resa fotometrica con pittogramma;
- LED disposti sul lato inferiore della lastra;
- pellicola rifrangente, in classe 2, riportante il pittogramma di uscita all'aperto con le relative distanze dall'uscita di sicurezza più vicina;
- grado di protezione IP65.

Agli imbocchi delle tre gallerie naturali, devono essere installati semafori che consentano la chiusura della galleria in situazioni di emergenza e , a distanza di 150 metri prima degli imbocchi, dovranno essere previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica e da un pittogramma di tipo full color.

I semafori e il sistema PMV andranno ripetuti ogni 300 metri all'interno della galleria; in questo caso si dovranno adottare le lanterne semaforiche a messaggio variabile (croce rossa, freccia verde) poste sopra le corsie di marcia come da fig. Il 458 Art. 164 del D.P.R. 495/92.

Nell'allegato I delle linee guida figurano i segnali e i pannelli da usare nelle gallerie.

Le gallerie devono essere precedute, in corrispondenza dell'imbocco, dal segnale "galleria" di cui all'art. 135 ed alla figura Il 316 del D.P.R. 495/92, con pannello integrativo indicante la denominazione e la lunghezza della galleria, secondo l'art. 83 Modello Il 2 del suddetto D.P.R.

Nel pannello indicante la denominazione deve comparire il logo dell'ANAS come riportato in figura 4 dell'allegato I alle linee guida.

La galleria deve essere preceduta da un segnale di pericolo (Figura Il 35 Art.103 del D.P.R. 495/92)

posto 150 m prima dell'imbocco (e comunque ad una distanza dall'imbocco non inferiore alla distanza di arresto del veicolo), recante l'iscrizione "galleria" secondo il Modello II 6.

Le piazzole di sosta devono essere segnalate 250 m prima con il segnale luminoso mostrato in figura 5 dell'allegato I al presente documento. Il segnale suddetto deve essere ripetuto in corrispondenza della piazzola di sosta.

A 150 m dal portale di uscita deve essere posto, all'interno della galleria e qualora ritenuto necessario, il cartello in fig. II 22 Art. 93, con gli eventuali pannelli aggiuntivi secondo il Modello II 6/h Art.83 od il Modello II 6/i Art.83.

Il semaforo all'imbocco della galleria deve essere preceduto dal cartello di preavviso semaforico come da Figura II 31/a Art. 99, abbinato al già citato segnale di pericolo generico – galleria (Figura II 35 Art.103 del D.P.R. 495/92).

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.

Ogni 75 m, alternativamente sui due piedritti della galleria, deve essere posto il segnale luminoso di fig. 2 dell'allegato I alle linee guida, in modo da indicare le vie di fuga più vicine e la relativa distanza.

Le uscite di sicurezza devono essere indicate da un segnale certificato, facilmente visibile da tutte le direzioni di accesso all'uscita con la sola eccezione di una porta di accesso principale chiaramente identificabile come accesso ad un luogo sicuro.

In corrispondenza di ciascun accesso di via di fuga o luogo sicuro deve essere installato a bandiera il segnale luminoso mostrato in figura 7 dell'allegato I alle linee guida.

In prossimità dei cartelli non devono esserci oggetti o rivestimenti di colori e forme contrastanti che potrebbero non consentire l'identificazione corretta della segnalazione.

I segnali devono recare caratteri di dimensioni e tipologia facilmente individuabili.

La segnaletica orizzontale deve essere tale da assicurare la massima visibilità in qualsiasi condizione di traffico e la massima durata al fine di minimizzare gli interventi manutentivi; dovrà prevedersi l'utilizzo di preformati elastoplastici in grado di rispondere da nuovo alla classe R5 della norma UNI EN 1436 (≥ 300 mcd/lux*mq) e in uso ad almeno la classe R2 (≥ 100 mcd/lux*mq) per un periodo che dovrà essere valutato in funzione del reale volume di traffico e comunque mai

inferiore ai 2 anni.

20 IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA (TVCC)

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto TVCC per la videosorveglianza della galleria.

L'impianto risulta essenzialmente costituito da:

- telecamere fisse all'interno della galleria;
- cassette ottiche di attestazione fibre ottiche provenienti da campo;
- alimentatori per telecamere, transceiver elettro-ottici;
- cavi di connessione in fibra ottica e/o in rame e relativo cablaggio.

Le telecamere fisse, all'interno della galleria, verranno utilizzate per la videosorveglianza e per il rilevamento automatico di situazioni anomale in galleria ("Automatic Incident Detection" - AID) e/o per il rilevamento dei mezzi che trasportano merci pericolose (ADR - "Accord Dangereuses Route"), quindi verrà previsto uno specifico nodo TVCC di galleria per la gestione, videoregistrazione ed analisi digitale dei segnali video. Le telecamere all'interno del tunnel saranno installate sul piedritto del tunnel stesso, con passo di circa 150m.

Ogni telecamera o sistema di telecamere deve trasmettere direttamente lo streaming video con modalità Over IP. In particolare ad ogni telecamera/gruppo di telecamere sarà assegnato un indirizzo IP raggiungibile da qualsiasi postazione remota.

Il sistema TVCC utilizzerà, come infrastruttura di trasporto di informazioni, la rete dati WAN principale / secondaria, su VLAN dedicata. Gli standard di compressione da utilizzare per la trasmissione delle immagini saranno i seguenti: H264, MPEG 4.

Tutti i sistemi di monitoraggio per l'impianto in oggetto sono previsti presso il centro di controllo.

Il nodo TVCC verrà installato nel locale di controllo della cabina est, all'interno di uno o più armadi rack 19", e sarà composto da:

- server di registrazione delle immagini e di gestione sistema AID completo di software applicativo, connesso al nodo di rete dati locale per la comunicazione di allarmi e di segnali di diagnostica di sistema. Il software di registrazione delle immagini sarà in grado di registrare localmente le immagini, con risoluzione 25 frame/secondo e per un tempo almeno pari a 7 giorni, con dischi rigidi gestiti in modalità RAID 1 per garantire la ridondanza della registrazione. Va precisato che in caso di evento le immagini relative (tipicamente 1 min. prima dell'allarme e 2 min. dopo l'allarme rimangono registrate nel server locale per un tempo almeno pari a 1 anno.
- interfaccia operatore (HMI) locale completo di monitor e tastiera estraibili e di software applicativo.

Le principali funzioni dell'impianto TVCC in galleria sono le seguenti:

- videosorveglianza, in tempo reale, dell'interno galleria;
- rilevazione automatica, mediante elaborazione delle immagini basata sulla tecnica dell'inseguimento della traiettoria dei veicoli (tracking), di: veicolo fermo per incidente, veicolo fermo per traffico congestionato, visibilità ridotta, veicoli contromano o lenti, traffico congestionato o code, presenza pedoni sulla corsia di emergenza, oggetti dispersi in carreggiata;
- riconoscimento mezzi "speciali" con merci pericolose (ADR) o ingombranti mediante elaborazione delle immagini in punti ritenuti significativi ai fini della sicurezza e/o del monitoraggio.
- misura dati di traffico (flusso, velocità, ecc.);
- segnalazione di allarme al sistema di supervisione (locale e generale) in seguito alla rilevazione di evento anomalo, proveniente da una o più telecamere, per l'attivazione automatica di adeguate procedure di emergenza;
- correlazione tra la zona eventualmente allarmata per incidente e la telecamera visualizzata sul monitor client e/o sulla Video Wall della sala del Centro di Controllo;
- assegnazione di codifica ed identificazione (luogo, ora e data) di ciascuna telecamera;
- videoregistrazione in continuo con software "locale" e trasferimento delle immagini al centro di controllo;
- acquisizione dello status dei dispositivi connessi (diagnostica).

20.1 Telecamere

Le telecamere saranno a colori, ad alta risoluzione, con tecnologia di trasmissione su IP e permetteranno la visione della scena sia di giorno che di notte.

Tutte le telecamere sono provviste di illuminatore infrarosso, con lampade a LED, per migliorarne la visione notturna.

Le telecamere fisse saranno provviste di obiettivo adatto al campo di ripresa previsto, con le seguenti caratteristiche minime:

- standard televisivo PAL - 600 LTV;
- CCD con diagonale di 1/3";
- risoluzione massima 1280x720 pixel;
- sensibilità minima: 0.20 lux a colori; 0.10 lux B/W;
- day/night e controllo lente DC auto-iris;

- compensazione back-light e guadagno automatico AGC;
- bilanciamento bianco manuale e automatico per adattamento a improvvisi cambiamenti di illuminazione;
- zoom 2.9x;
- ottica varifocale 2.8-5 mm;
- riduzione dinamica del rumore;
- consumo telecamera 9 W;
- consumo max 40 W;
- custodia da esterno IP66/P7;
- temperatura operativa -20 / +60°C;
- scaldiglia integrata;
- formato video compresso H.264, MPEG-4;
- frame rate max 30 f.p.s. 1280x720 H.264, MPEG-4;
- interfaccia di connessione alla rete dati 10/100 Base TX o 100 Base FX (con transceiver incorporato);
- illuminatore IR, LED 850nm, angolo di apertura 30°, lunghezza 60 m consumo max 12W.

20.2 Trasmissione segnali tvcc

I segnali video e di controllo (per sole telecamere brandeggiabili) verranno direttamente comunicati, su rete Ethernet, al nodo TVCC di cabina utilizzando cavi con 2 fibre ottiche multimodali, resistenti al fuoco, di tipologia OM2 50/125 µm, previa conversione con transceiver elettro-ottico presso lo switch.

Tutte le telecamere verranno direttamente alimentate a 230 V a.c.

21 SISTEMI DI COMUNICAZIONE

Nella galleria Monte Romano devono essere installati impianti per ritrasmissioni radio ad uso dei servizi di pronto intervento.

In particolare deve essere previsto un impianto radio che consenta le comunicazioni agli operatori ANAS, alle forze dell'ordine, ai Vigili del Fuoco e ad altri operatori di soccorso e di intervento, nonché la ripetizione di alcune frequenze radio FM per trasmettere eventuali informazioni agli utenti in galleria.

Deve, inoltre, essere prevista l'installazione di un sistema unico radiante multi-operatore che permetta l'estensione della copertura dei sistemi di telefonia mobile in galleria.

I luoghi sicuri temporanei in cui gli utenti della galleria in fase di evacuazione sono tenuti a stazionare prima di poter raggiungere l'esterno devono essere dotati di altoparlanti per comunicare informazioni agli utenti stessi.

Il sistema di comunicazione deve consentire:

- la comunicazione agli utenti istruzioni di comportamento attraverso messaggi pre-registrati,
- la comunicazione agli utenti dalla sala di controllo o da una postazione remota di informazioni aggiuntive.

22 RETE DI COMUNICAZIONE

La rete di comunicazione deve assicurare 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.

La rete di comunicazione deve consentire la continuità e l'efficienza dei servizi che assolvono funzioni di sicurezza sia in condizioni di esercizio che in condizioni di emergenza ed essere caratterizzata da un livello di affidabilità specifico.

Il dimensionamento della capacità della rete di trasporto dati, oltre a garantire le funzionalità per i servizi di sicurezza di base, deve considerare:

- ridondanze,
- funzionamento in condizioni degradate,
- possibili futuri ampliamenti,
- trasporto dati per servizi aggiuntivi (GSM, UMTS).

La realizzazione di una linea di collegamento ausiliaria deve prevedere la realizzazione di cavidotti fisicamente separati per la linea principale e la linea secondaria. E' necessario prevedere una configurazione del tipo ad anello.

I protocolli di trasporto dati impiegati devono essere ottimizzati e compatibili al fine di consentire il trasferimento di dati in forma codificata e opportunamente compressa.

La rete geografica di collegamento sarà realizzata utilizzando infrastrutture di collegamento in cavi a fibra ottica proprie, la tecnologia di trasporto dati da utilizzare sarà Ethernet.

I cavi per dati in fibra ottica devono essere posizionati sotto il livello di calpestio del marciapiede o del piano stradale, protetti all'interno di tubazioni nel rispetto della normativa adottata da parte degli operatori di servizi pubblici di telecomunicazioni e nel rispetto del codice della strada.

Tutti i cavi, indipendentemente dalle condizioni di posa, devono essere del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi (LSOH).

23 CONTROLLO TRAFFICO

E' previsto, all'imbocco della galleria Monte Romano, un sistema di rilevazione e classificazione dei veicoli in transito basato su tecnologia laser.

Il sistema è collegato alla dorsale di comunicazione presente in galleria.

24 IMPIANTI A SERVIZIO DEGLI SVINCOLI

Nel progetto sono altresì comprese le opere impiantistiche per gli svincoli denominati svincolo Tarquinia e svincolo Monte Romano.

In corrispondenza degli svincoli è stato previsto un impianto di illuminazione dimensionato in base alle normative vigenti quali CEI 64-7 ed UNI 10439/01.

L'alimentazione elettrica degli impianti di illuminazione dei due svincoli è prevista mediante allacci in bassa tensione direttamente dall'ente distributore locale.

Tutti i quadri di distribuzione dell'impianto di illuminazione svincoli saranno realizzati con carpenteria in vetroresina completa di serratura a chiave e posti in posizione facilitata per la consegna dell'Ente distributore.

La posizione sarà altresì definita tenendo in considerazione i fattori di sicura riferiti al traffico stradale in ingresso ed uscita dallo svincolo.

L'illuminazione per tutti gli svincoli è prevista a mezzo di pali in alluminio con altezza utile fuori terra pari a circa 12 metri con posa diretta su testa palo. Tutti i pali sono corredati di apparecchi illuminanti con sorgenti LED di diverse prestazioni.

La collocazione dei pali è rilevabile dalle planimetrie e dai particolari costruttivi presenti negli elaborati grafici.