

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

**Adeguamento S.P. 161 della Crenna
Impianti tecnologici
Relazione tecnica specialistica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R H	N V 2 1 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	SINT 	25/09/2012	Ing. D. Re 	27/09/2012	E. Pagani 	28/09/2012	Ing. I. Barilli Dott. Ing. IVANO BARILLI ALBO DEGLI INGEGNERI Provincia V.C. 122

n. Elab.:	File: IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC
-----------	--

CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC	Foglio 3 di 31

INDICE

INDICE.....	3
1. INTRODUZIONE.....	4
2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....	4
3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	5
4. CRITERI BASE DI PROGETTO	7
5. DATI DI PROGETTO	7
5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI.....	9
6. IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA.....	10
6.1. Struttura generale della rete elettrica.....	10
6.1.1. Forniture energia elettrica BT	11
6.1.2. Cabina BT	11
6.1.3. Tipologia delle apparecchiature.....	11
6.1.4. Impianti terminali a servizio della cabina	13
6.1.5. Sistema di alimentazione ausiliaria di emergenza (GE).....	15
6.1.6. Sistema di alimentazione ausiliaria in continuità assoluta (UPS).....	16
6.2. Rete dorsale (BT) di distribuzione principale	16
6.3. Rete BT di distribuzione terminale	18
7. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA	18
7.1. Generalità	18
7.2. Illuminazione di rinforzo in ingresso	20
7.2.1. Apparecchi illuminanti per il rinforzo in ingresso.....	20
7.2.2. Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in ingresso.....	21
7.2.3. Gestione dell'illuminazione di rinforzo	21
7.3. Illuminazione permanente.....	23
7.3.1. Apparecchi illuminanti per l'illuminazione di base.....	23
7.3.2. Circuiti di alimentazione dell'illuminazione permanente	24
7.3.3. Gestione dell'illuminazione permanente.....	24
8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA.....	24
8.1. Generalità	24
8.2. Osservanza della Legge Regionale del Piemonte L.R. n.31 - 2000	25
8.3. Apparecchio illuminante utilizzato	25
8.4. Sistema di regolazione degli impianti di illuminazione stradale	26
8.5. Sostegni	26
8.6. Basamento dei sostegni.....	26
9. IMPIANTI SPECIALI DI MONITORAGGIO E COMUNICAZIONE	27
9.1. Generalità	27
9.2. Impianto rilevazione incendi nei locali tecnici.....	27
9.3. Impianto rilevazione incendi in galleria	27
9.4. Controllo degli accessi ai locali tecnici.....	29
9.5. Impianto di automazione e di supervisione "locale"	29
10. PROVVEDIMENTI SPECIFICI PER LA PREVENZIONE INCENDI.....	30

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 31</p>

1. INTRODUZIONE

Il presente documento intende illustrare le soluzioni progettuali adottate per gli impianti tecnologici asserviti al tunnel Crenna, caratterizzato da un traffico a doppio senso di marcia e collocato lungo la strada S.P.161 della Crenna (Piemonte – provincia di Alessandria) oggetto del presente intervento di adeguamento.

La galleria oggetto del presente progetto è esistente; l'intervento di adeguamento prevede sia un suo allargamento (con nuova piattaforma stradale di larghezza complessiva pari a 10,5m, ovvero strada di categoria C1 extraurbana secondaria secondo DM 05/11/2001) sia un suo allungamento fino ad arrivare, ad intervento avvenuto, ad una lunghezza totale pari a circa 200m.

Nel presente documento, col termine “impianti tecnologici” si intendono compresi i seguenti impianti:

- a) impianti elettrici di potenza, ovvero:
 - fornitura elettrica in BT da parte dell'Ente Distributore
 - cabina elettrica BT
 - sistema di alimentazione di emergenza (gruppo elettrogeno)
 - sistema di alimentazione ausiliaria in continuità assoluta (UPS)
 - rete dorsale BT di distribuzione principale
 - rete BT di distribuzione terminale
- b) impianto di illuminazione in galleria (ordinaria e di emergenza)
- c) impianto di illuminazione esterna (limitato alle due zone di imbocco)
- d) impianto di terra
- e) impianto di rilevazione incendi nei locali tecnici
- f) impianto di rilevazione incendi in galleria
- g) impianto di automazione e supervisione (solo predisposizione)

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Nel seguito verranno impiegate le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- AC/ac - Corrente alternata
- AD - Azienda distributrice di energia elettrica (ENEL)
- BT o bt - Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.” (400/230V)
- CA - Continuità assoluta
- cc - Corrente Continua
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- FM - Forza Motrice
- GE - Gruppo Elettrogeno
- IE - Illuminazione Esterna

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 5 di 31

- PE - Permanente di Emergenza
- RI - Rinforzo di Ingresso
- SA - Servizi Ausiliari (generico)
- SAP - Sodio Alta Pressione
- SC - Servizi ausiliari di Cabina
- SG - Servizi ausiliari di Galleria
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- VE - Impianti di ventilazione
- VVF - Vigili del Fuoco
- UPS - Gruppo di continuità assoluta

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto esecutivo.

Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma CEI 0-21 2011 I Ed. Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma CEI 11-1 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali"
- Norma CEI 11-17 - "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 11-25 - "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata."
- Norma CEI 17-5 - "Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici"
- Norma CEI 17-113 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)"
- Norma CEI 23-31 - "Canali metallici portacavi e porta apparecchi. Apparecchiature costruite in fabbrica – ACF"
- Norma CEI 64-8 - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua"

Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma UNI EN 40 - Norme relative ai pali per illuminazione pubblica

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 6 di 31</p>

- Norma UNI EN 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza
- Norma UNI 9795 - Sistemi fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi
- Norma UNI 10819 – Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Norma UNI 11095 - Illuminazione delle gallerie
- UNI 11248 “Illuminazione stradale selezione delle categorie illuminotecniche”
- Norma UNI 11431 - Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
- Norma UNI EN 12464-1 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni
- UNI EN 13201-2 “Illuminazione stradale parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI EN 13201-3 “Illuminazione stradale parte 3: Calcolo delle prestazioni”
- Norme UNI 13201-4 “Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”
- Tabelle CEI-UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici

Leggi, Direttive e Linee guida

- D. Leg.vo n. 285 – “Nuovo Codice della Strada”
- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 settembre 2005 – “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”
- D.M. Interni del 13/07/2011 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi”
- Legge Regionale del Piemonte n. 31, del 24 marzo 2000 - “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”
- D. Lgs. n. 81 del 2008 “Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” (c.d. "Testo Unico sulla Sicurezza") e s.m.i.
- Regione Piemonte - Linee guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico
- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS (Edizione 2009)
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali
- Prescrizioni delle Norme Tecniche ENEL

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p>Foglio 7 di 31</p>

4. CRITERI BASE DI PROGETTO

Considerata la crescente applicazione ed eterogeneità degli impianti elettrici nei tunnel nonché la loro funzione specifica di sicurezza, la loro definizione richiede un'attenta valutazione dei criteri progettuali guida da porre alla base della progettazione impiantistica, che si possono così riassumere:

- elevato livello di affidabilità, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni: oltre all'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si dovrà realizzare un'architettura degli impianti in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di intere sezioni d'impianto, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione, di messa in servizio di apparecchiature, ecc.; a tale scopo le apparecchiature saranno adeguatamente sovradimensionate e si adotteranno schemi d'impianto ridondanti (sistemi di alimentazione di emergenza e di sicurezza, ecc.);
- manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza continuando ad alimentare le varie utilizzazioni; i tempi di individuazione dei guasti, o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta debbono essere ridotti al minimo: a tale scopo saranno adottati seguenti provvedimenti:
 - collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente nelle cabine elettriche)
 - facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature garantendo adeguati distanze di rispetto tra di esse ovvero tra esse ed altri vincoli strutturali
- flessibilità degli impianti intesa nel senso di:
 - consentire l'ampliamento dei quadri elettrici principali e secondari, prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
 - predisporre gli impianti previsti nel presente intervento per una loro eventuale gestione tramite un sistema di controllo e comando
- selettività di impianto: l'architettura delle reti adottata dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo; nel caso specifico il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione tra loro coordinati (selettività) caratterizzati da adeguate curve di intervento sia tramite un adeguato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- sicurezza degli impianti, sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica;

5. DATI DI PROGETTO

I calcoli di progetto saranno eseguiti facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 8 di 31

- Ubicazione:
 - Comune di Serravalle Scrivia (Alessandria)
- Altitudine:
 - < 1.000 s.l.m.
- Destinazione ambienti:
 - Galleria stradale, opere all'aperto e locali tecnici
- Classificazione strada (D.M. 5/11/2001):
 - Tipo C1 (extraurbana secondaria)
- Velocità di progetto
 - 70 km/h
- Dati rete ENEL in BT:
 - tensione nominale: 400/230Vac±10%
 - corrente cortocircuito: 15kA
 - sistema di distribuzione: TT
- Illuminamenti locali tecnici interni:
 - secondo UNI EN 12464-1
- Illuminamento/luminanza viabilità esterna:
 - secondo UNI 11248 / UNI 13201-2
- Dati dimensionali dell'intervento:

DATO	VALORE
TIPOLOGIA GALLERIA	Singolo fornice bidirezionale
LUNGHEZZA GALLERIA TOTALE	≈ 200 m
NUMERO CORSIE PER SENSO DI MARCIA	1
LARGHEZZA CARREGGIATA (inclusa banchine e piedritti)	≈ 12,7 m
ALTEZZA TOTALE IN ASSE	≈ 7,9 m
PENDENZA MEDIA	≈ 1,6%

Dati principali della galleria "Crenna"

- Caduta di tensione massima:
 - <4% (5% per l'illuminazione esterna)
- Margine di potenza su apparecchiature (trasformatori, UPS, GE, ecc):
 - ≈ 15%
- Margine di sicurezza portate cavi e interruttori:
 - ≈ 20%
- Riserva di spazio (o interruttori) sui quadri BT:
 - ≈ 20%
- Riserva di spazio nelle canalizzazioni:
 - 50%
- Riserva di spazio nelle tubazioni:
 - fino alla concorrenza di un'area di diametro circoscritto al fascio dei cavi = 1/3 del diametro interno della tubazione

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 9 di 31</p>

- Tipologia conduttori BT:
 - cavi in galleria posati entro canalizzazioni e tubazioni: FG7(O)M1 0.6/1 kV
 - cavi relativi a circuiti di sicurezza posati in sede non protetta: FTG10(O)M1 0,6/1 kV CEI 20-45 (resistenti al fuoco)
 - cavi nei locali tecnici posati entro canalizzazioni e tubazioni: FG7(O)R 0.6/1 kV
 - cavi posati entro tubi interrati all'aperto posati all'interno di tubazioni in materiale plastico: FG7(O)R 0.6/1 kV

- Assorbimenti unitari (W):
 - Apparecchio illuminante SAP 100W: 118 W
 - Apparecchio illuminante SAP 150W: 172 W
 - Apparecchio illuminante SAP 250W: 277 W
 - Apparecchio illuminante SAP 400W: 439 W
 - Apparecchio per locali tecnici 2x36W: 85W
 - Centrale rivelazione incendi in cabina: 100 W
 - Centrale rivelazione incendi per tunnel: 50 W
 - Gruppo presa FM:1500 W
 - Impianto di condizionamento: 2500 W

- Flusso luminoso nominale apparecchi SAP:
 - lampada SAP da 100W: 10.700 lumen
 - lampada SAP da 150W: 17.500 lumen
 - lampada SAP da 250W: 33.000 lumen
 - lampada SAP da 400W: 56.500 lumen

Per altri dati di progetto, vincoli al contorno, classificazione illuminotecnica delle diverse zone da illuminare si rinvia alle relazioni di calcolo facente parte del progetto.

5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

- gallerie: ai sensi della Norma CEI 64-8/7 sezione 751 trattasi di ambiente a maggior rischio in caso di incendio. Tale classificazione comporta i seguenti provvedimenti particolari:
 - i dispositivi di controllo e protezione devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti all'interno di involucri chiusi a chiave
 - è vietato l'uso del conduttore PEN

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 10 di 31</p>

- le condutture saranno posate secondo una delle modalità indicate con a1, c1 o c2 nell'articolo 751.04.2.6 della Norma CEI 64-8/7 sezione 751
- i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti completi di protezione differenziale con corrente di intervento non superiore a 300mA. Tale prescrizione non vale per le condutture facenti parte dei circuiti di sicurezza
- utilizzo di cavi non propaganti la fiamma (a Norma CEI 20-35) e non propaganti l'incendio (a Norma CEI 20-22)
- utilizzo di cavi LS0H (a Norma CEI 20-22 e CEI 20-37)
- aree esterne (strade): in tale contesto trova applicazione la sezione 714 della Norma CEI 64-8/7 relativa agli "Impianti di illuminazione situati all'esterno". Tale sezione prescrive i seguenti provvedimenti particolari che si possono, con i dovuti adeguamenti, estendere per analogia anche per gli altri impianti realizzati all'aperto:
 - pali di sostegno conformi alla Norma UNI EN 40
 - grado di protezione minimo IPX7 per componenti elettrici nei pozzetti con drenaggio o per componenti direttamente interrati
 - apparecchi illuminanti con grado di protezione minimo IP23 se posti ad una altezza maggiore di 2,5m dal piano di calpestio
- locali tecnici: trattasi di ambienti ordinari, pertanto per gli impianti realizzati al loro interno valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.

6. IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA

6.1. Struttura generale della rete elettrica

Il progetto propone una rete così composta:

- fornitura dell'energia elettrica in BT, a 400V, dall'Ente Distributore (ENEL)
- attestazione della fornitura ENEL, in corrispondenza della Cabina Elettrica BT (Cabina Crenna) collocata nei pressi dell'imbocco Sud del tunnel
- gruppo elettrogeno installato all'esterno in adiacenza alla cabina BT entro cofanatura per l'alimentazione di emergenza (mancanza rete ENEL)
- gruppo UPS per alimentazione in continuità delle utenze ritenute essenziali ai fini della sicurezza
- quadro generale BT di cabina (power center Q_BT) completo di commutazione rete-gruppo
- rete BT di cabina per il collegamento dal quadro generale BT ai quadri dedicati
- quadri di alimentazione dedicati a specifiche utenze quali l'illuminazione (Q_IL/P e Q_IL/R), i servizi ausiliari di cabina (Q_SA) e l'illuminazione esterna (Q_IE), ecc ...

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 11 di 31

- rete dorsale BT di distribuzione principale derivata dai quadri dedicati di cabina
- rete BT di distribuzione secondaria o terminale derivata, tramite adeguate derivazioni in cassetta (o altra modalità), dalle dorsali principali ed attestata alle utenze terminali (nel caso specifico apparecchi illuminanti).

6.1.1. Forniture energia elettrica BT

La fornitura prevista sarà realizzata in conformità alla Norma CEI 0-21. – “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica” – Dicembre 2011.

Per l'esecuzione della connessione BT da parte dell'Ente Distributore sarà predisposto un locale BT avente dimensioni minime indicative interne pari a $\approx 1800 \times 1300 \times h3000$ mm. Il locale sarà accessibile dall'esterno e sarà dotato di: cunicolo sottostante al pavimento ($h=500$ mm), porta in vetroresina dotata di aperture di ventilazione, impianti terminali (luce e FM) e quant'altro necessario per renderlo conforme alle prescrizioni ENEL applicabili.

Il suddetto locale sarà ricavato all'interno del manufatto di cabina.

Per quanto concerne la potenza per la fornitura BT è stato stimato un valore pari a circa 40 kW (vedi relazione specifica di calcolo).

6.1.2. Cabina BT

La cabina BT sarà suddivisa nei seguenti locali:

- n. 1 locale di consegna BT per la collocazione delle apparecchiature ENEL
- n. 1 locale BT per la collocazione dei quadri BT e di altre apparecchiature quali i regolatori di tensione al servizio degli impianti di illuminazione del tunnel e dell'illuminazione esterna, gruppo di continuità (UPS) con le relative batterie, ecc.

L'accesso a tutti i locali sopra indicati avverrà direttamente dall'esterno.

Nei locali di cabina si prevede la realizzazione di cunicoli a pavimento per consentire il collegamento tra le varie apparecchiature con posa dei conduttori entro canali posti nei cunicoli stessi.

I collegamenti BT terminali dedicati ai servizi ausiliari di cabina saranno invece realizzati con canali e/o tubazioni fissate a vista lungo le pareti e/o a soffitto.

6.1.3. Tipologia delle apparecchiature

Brevemente le apparecchiature, disposte in cabina secondo quanto indicato nelle tavole grafiche, sono le seguenti:

- a) Quadro generale di BT o power center (Q_BT): esso sarà realizzato in forma 3b, con segregazione tra sbarre ed unità funzionali e tra unità funzionali, così da garantire la possibilità di manutenzione anche con quadro in tensione; il quadro sarà costituito con due sbarre distinte: una sezione privilegiata alimentata da rete ENEL e da GE ed una sezione in continuità assoluta alimentata da UPS (con ricalzo da GE). I due interruttori generali BT (alimentazione da rete ed alimentazione da GE) saranno tra loro interbloccati ed equipaggiati di dispositivo di commutazione automatica al fine di garantire lo scambio rete-gruppo in caso di mancanza della tensione ENEL. Tutti gli interruttori montati sul quadro generale di tipo scatolato saranno equipaggiati con un'unità di protezione a microprocessore avente anche la funzione di dialogo verso un eventuale sistema superiore di automazione. Gli interruttori di tipo modulare saranno invece equipaggiati di contatti ausiliari per il riporto di stati/allarme ad eventuale sistema di supervisione. Al fine di limitare la complessità del quadro generale di BT, da questo saranno derivate solo le linee che alimentano i quadri dedicati o comunque carichi di rilevante importanza, per potenza richiesta o per tipologia di utenza

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 12 di 31

- b) Quadro di rifasamento automatico (Q_RI) da 7,5 KVAR derivato dalla sbarra normale del quadro generale di BT
- c) Quadro impianti di illuminazione permanente (Q_IL/P). Le utenze di questo quadro saranno costituite dagli apparecchi di illuminazione appartenenti alla rete PE. Nel caso di cui trattasi, considerata l'esigua lunghezza del tunnel e quindi il carico poco significativo costituito dall'illuminazione permanente, tutta l'illuminazione permanente sarà alimentata da UPS ed avrà, conseguentemente, funzione di illuminazione di emergenza. Il quadro risulterà strutturato su due sezioni entrambe in continuità assoluta: una sezione alimentata dalla sezione CA del power center (Q_BT) ed una sezione derivata dalla sbarra CA del quadro Q_SA per l'alimentazione degli ausiliari di quadro. Gli interruttori di alimentazione delle linee in partenza saranno di tipo scatolato o modulare. Il quadro avrà struttura metallica modulare a scomparto separato per apparecchiature e morsettiere. Nei pressi del quadro sarà ubicato anche il regolatori di flusso dedicato alla regolazione dell'impianto durante le ore notturne.
- d) Quadro impianti di illuminazione di rinforzo (Q_IL/R). Le utenze di questo quadro saranno costituite dagli apparecchi di illuminazione appartenenti alla rete RI. Il quadro risulterà strutturato su due sezioni: una sezione a 400/230Vac alimentata dalla sezione privilegiata del power center (Q_BT) ed una sezione in continuità assoluta derivata dalla sbarra CA del quadro Q_SA per l'alimentazione degli ausiliari di quadro. Gli interruttori di alimentazione delle linee in partenza saranno di tipo modulare. Il quadro avrà struttura metallica modulare a scomparto separato per apparecchiature e morsettiere. Nei pressi del quadro saranno collocati anche i due regolatori di flusso dedicati alla regolazione dell'impianto di rinforzo in funzione delle condizioni di luminosità ai due imbocchi (imbocco Sud e imbocco Nord).
- e) Quadro impianti di illuminazione esterna (Q_IE). Le utenze di questo quadro saranno costituite dagli apparecchi di illuminazione esterna asserviti alle due zone di accesso. Il quadro risulterà strutturato in un'unica sezione normale a 400/230Vac alimentata dalla sezione privilegiata del power center (Q_BT). Considerata la modesta consistenza del carico, gli interruttori di alimentazione delle linee in partenza, di tipo modulare magnetotermico differenziale, saranno inseriti nello stesso armadio del regolatore di flusso dedicato alla regolazione dell'impianto di illuminazione esterna..
- f) Quadro servizi ausiliari (Q_SA): il quadro risulta strutturato in due sezioni: privilegiata ed in continuità assoluta alimentate dalle medesime sezioni del power center (Q_BT). Tutti gli interruttori montati sul quadro, di tipo modulare, saranno equipaggiati di contatti ausiliari di segnalazione. Le utenze di questo quadro saranno innanzitutto costituite dai servizi ausiliari della cabina quali:
- impianto di illuminazione normale e di emergenza dei vari vani di cabina
 - prese FM previste nei vari vani di cabina
 - unità di condizionamento a servizio del locale di cabina
 - ausiliari quadri elettrici
 - armadi impianti speciali contenenti centraline di gestione, ecc.

Il quadro avrà struttura metallica modulare a scomparto separato per apparecchiature e morsettiere.

Completano la dotazione impiantistica di cabina i seguenti sistemi:

- impianti di condizionamento (si veda il paragrafo dedicato riportato nel seguito)
- impianti luce e FM a servizio dei vari locali (si veda il paragrafo dedicato riportato nel seguito)
- impianto di rivelazione fumi nei vari locali (si veda il paragrafo dedicato riportato nel seguito)
- pulsanti di sgancio per l'interruzione della alimentazione generale BT, della rete derivata dal GE e della rete alimentata da UPS

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 13 di 31

- attrezzatura di corredo per manovre e sicurezza (estintori, cartelli e schemi)
- impianto di terra (si veda il paragrafo dedicato riportato nel seguito)

6.1.4. Impianti terminali a servizio della cabina

Per impianti terminali in cabina si intendono:

- impianti di illuminazione generale e di sicurezza
- impianti di illuminazione perimetrale esterna
- impianti di forza motrice e di equipotenzializzazione

Tali impianti saranno alimentati in derivazione dal quadro servizi ausiliari (Q_SC).

Gli impianti di illuminazione e di FM saranno realizzati con cavo di tipo FG7(O)R 0,6/1 kV, non propagante l'incendio secondo norma CEI 20-22II e a ridotta emissione gas corrosivi secondo norma CEI 20-37/2.

I conduttori saranno posati in canali metallici forati con coperchio o, nei tratti terminali, entro tubi e cassette di tipo in PVC rigido, serie pesante.

L'attraversamento di solai e pareti di compartimentazione dovrà avvenire attraverso setti frangifiamma al fine di mantenere il grado di compartimentazione antincendio richiesto.

6.1.4.1 Impianti di illuminazione generale e di emergenza

L'illuminazione generale sarà principalmente realizzata con apparecchi illuminanti dotati di coppa di protezione in policarbonato trasparente, grado di protezione minimo IP65, completi di lampade fluorescenti lineari ad alta efficienza luminosa e reattori elettronici.

Considerata la modesta estensione dei locali tecnici di cabina, si è scelto di attribuire all'intero impianto di illuminazione generale anche la funzione di illuminazione di emergenza in caso di mancanza della rete: ciò garantisce, senza oneri aggiuntivi di cablaggio, lo stesso illuminamento che si ha in condizioni ordinarie in modo da consentire la continuazione, o il completamento, delle operazioni di manutenzione in corso e l'evacuazione in sicurezza dai locali tecnici

6.1.4.2 Impianto di illuminazione perimetrale esterna

All'esterno dei locali di cabina e nei pressi del gruppo elettrogeno saranno installati a parete degli apparecchi di illuminazione, alimentati in continuità assoluta con lo scopo di rendere evidenti e riconoscibili, anche nel caso di totale assenza di tensione, sia gli accessi alla cabina sia la zona in cui si trova installato il GE.

Gli apparecchi illuminanti saranno dello stesso tipo utilizzato all'interno ovvero apparecchi dotati di coppa di protezione in policarbonato trasparente, grado di protezione minimo IP65, completi di lampade fluorescenti lineari ad alta efficienza luminosa e reattori elettronici. Essi verranno attivati da un interruttore crepuscolare collocato sulla parete esterna della cabina.

6.1.4.3 Impianti FM

Sono previsti dei gruppi prese di tipo industriale composti generalmente da:

- n. 1 presa 2x16A+T, interbloccata con fusibile, grado di protezione minimo IP55
- n. 1 presa 3x16A+N+T, interbloccata con fusibile, grado di protezione minimo IP55

Sono inoltre previste delle prese bipasso di tipo civile 2x10/16A+T e prese universali 2x10/16A+T, sempre con grado di protezione IP55. Le prese universali saranno alimentate in continuità assoluta e saranno adeguatamente contraddistinte dalle prese alimentate da circuiti ordinari.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 14 di 31

6.1.4.4 Impianto di terra e di equipotenzializzazione

A servizio della nuova cabina è previsto un impianto di terra costituito da un dispersore lineare, chiuso ad anello, posato, in scavo predisposto, lungo il perimetro del manufatto e realizzato in corda di rame nuda da 35 mm². Esso sarà integrato con picchetti verticali a croce e, per una maggiore efficienza dell'impianto di terra, si raccomanda il suo collegamento, tramite saldatura alluminotermica, ai dispersori naturali rappresentati dai ferri d'armatura e dalla rete elettrosaldata annegata nel pavimento.

Al fine di realizzare l'equipotenzializzazione delle masse e delle masse estranee, si prevede la posa lungo le pareti interne dei locali di cabina di un collettore comune di terra realizzato in piatto di rame da 30x5mm al quale saranno collegati:

- sbarre di terra dei quadri di cabina
- dorsali principali di terra (che costituiscono anche i conduttori di protezione comune per i vari circuiti) in corda di rame nudo da 35mm² posate a contatto col terreno lungo i cavidotti collocati lungo i due piedritti del tunnel: esse saranno rese accessibili in corrispondenza dei pozzetti rompi tratta e da esse saranno derivati i collegamenti terminali di terra verso le diverse apparecchiature in campo che non sono realizzate in classe II ecc.;
- canali e tubazioni metalliche relative agli impianti elettrici qualora si posino al loro interno cavi sprovvisti di guaina esterna
- altre masse e masse estranee presenti in cabina

Poiché l'impianto di terra, realizzato come sopra descritto, non risulta inserito all'interno di un impianto di terra globale, saranno necessarie, conformemente alla Norma CEI 11-1, le misure della resistenza di terra e/o delle tensioni di passo e contatto.

Si precisa infine che poiché gli impianti di illuminazione stradale saranno realizzati con componenti in classe II di isolamento non si prevede per essi la connessione all'impianto disperdente.

6.1.4.5 Impianti di condizionamento a servizio della cabina

Le apparecchiature elettriche durante il loro funzionamento sviluppano calore con conseguente riscaldamento dei locali di installazione. Il calore sviluppato deve essere smaltito mediante sistemi di ventilazione (naturale o forzata) oppure tramite impianti di condizionamento. Inoltre in estate deve essere considerato anche l'apporto di calore, non trascurabile, derivante dalle condizioni esterne.

Laddove si riscontra la necessità di installare batterie ermetiche al Piombo, i locali non potranno essere resi ermetici rispetto all'ambiente esterno; perciò si dovrà garantire una portata d'aria di ventilazione idonea a diluire l'idrogeno prodotto durante la carica degli accumulatori come prescritto dal costruttore e dalle vigenti norme CEI EN 50272-2.

La disposizione delle apparecchiature facenti parte dell'impianto di ventilazione e condizionamento è riportata nella tavola "Cabina BT - Disposizione delle apparecchiature, degli impianti e delle vie cavi".

Impianti di condizionamento

Il locale bassa tensione sarà dotato di un impianto di condizionamento:

Nel locale sono previsti:

- n.1 condizionatore in pompa di calore con unità interna pensile a soffitto/parete e relativa unità esterna;
- n.1 regolatore installato a parete per il funzionamento e controllo del condizionatore.

Il regolatore rileverà la temperatura del locale e gestirà il funzionamento della pompa di calore mantenendo la temperatura del locale compresa tra i 11°C (condizioni invernali) e 25°C (condizioni estive).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 15 di 31

6.1.5. Sistema di alimentazione ausiliaria di emergenza (GE)

Per l'alimentazione di emergenza delle utenze servite dalla cabina si prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno, ad avviamento e arresto automatico, alimentato a gasolio e raffreddato ad acqua.

Considerata l'entità modesta dei carichi presenti, il gruppo avrà una potenza sufficiente per alimentare in emergenza, entro 15s-20s dalla mancanza tensione, tutte le utenze installate a servizio del tunnel.

Al fine di consentire la presa di carico da parte del GE, in caso di mancanza della rete ENEL i circuiti di rinforzo saranno temporaneamente sganciati e riattivati successivamente in sequenza con tempi di reinserimento superiori a 2-3 minuti, ovvero con tempi tali da evitare la riaccensione a caldo degli apparecchi di rinforzo con il sistema alimentato da GE.

La commutazione rete-gruppo sarà eseguita in corrispondenza del quadro generale BT (power center) mediante un commutatore di rete automatico asservito ad idonei dispositivi di manovra motorizzati fra loro interbloccati.

Il gruppo sarà collocato entro container insonorizzato appoggiato su basamento in calcestruzzo realizzato all'esterno in adiacenza della cabina. All'interno dello stesso container troverà sistemazione anche il quadro di comando e controllo (Q_GE). Il quadro sarà composto da due sezioni segregate: una per la parte di comando e controllo del gruppo ed una per la parte di potenza (interruttore di macchina ed alimentazione ausiliari).

Il sistema di emergenza sarà inoltre completo di:

- quadro di comando e controllo
- sistema di raffreddamento
- telaio basamento con giunti elastici antivibranti
- marmitta residenziale e tubi di scarico coibentati
- serbatoio giornaliero incorporato da 1000 litri, a norme VV.F, ricavato nel basamento del gruppo, completo di vasca di raccolta e tale da garantire al sistema un'autonomia pari ad almeno 24 ore
- accessori vari: quali livellostati, tubazioni e raccordi per alimentazione combustibile
- impianto luce e FM del locale, sganci di emergenza
- sistema di avviamento con batterie precaricate
- scaldiglia motore 230Vac
- sistema di spegnimento automatico in caso di allarme (alta temperatura, bassa pressione olio, ecc.)
- morsettiera con contatti puliti di stato ed allarmi per il loro riporto ad eventuale sistema di controllo

Altre rilevanti peculiarità dei gruppi elettrogeni si possono così riassumere:

- potenza nominale 60 kVA (P.R.P.)
- tensione nominale di uscita: 400 V
- frequenza: 50 Hz - 1500 giri/min
- regolazione automatica della tensione contenuta nei limiti di $\pm 1\%$ da vuoto a pieno carico in regime statico;
- adeguate prestazioni dinamiche (classe G2 secondo ISO 8528) in termini di variazione di tensione e di frequenza con tempi adeguati di rientro nella banda statica nelle operazioni di presa di carico
- sistema di avviamento elettrico, comprendente motorino di avviamento, alternatore e batterie al piombo

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 16 di 31

L'installazione dovrà rispettare le prescrizioni del DM del 13 Luglio 2011 in materia di prevenzione incendi.

6.1.6. Sistema di alimentazione ausiliaria in continuità assoluta (UPS)

Il progetto prevede, in corrispondenza della cabina MT/BT, la realizzazione di un sistema di continuità assoluta costituito da:

- gruppo di continuità UPS da 10 kVA, con ingresso ed uscita trifase
- batterie ermetiche al piombo in grado di garantire un'autonomia di almeno 10' ed una vita attesa di almeno 10 anni.
- sbarra in continuità assoluta nel quadro generale BT (Q_BT) già descritto nei paragrafi precedenti
- rete di distribuzione in Continuità Assoluta (CA) per l'alimentazione degli impianti e delle apparecchiature speciali che richiedono una alimentazione stabilizzata senza nessuna interruzione per motivi di sicurezza e/o per motivi funzionali. Tale rete sarà derivata dalle varie sezioni CA dei vari quadri dedicati (Q_IL/P e Q_SC) .

Il gruppo UPS sarà alimentato in derivazione dal quadro generale Q_BT. Esso, in caso di "black-out", conseguente a mancanza della rete dell'Ente Distributore, sarà in grado di garantire l'alimentazione in Continuità Assoluta (CA) dei seguenti impianti:

- impianti speciali a servizio della galleria (rivelazione incendi)
- servizi ausiliari di cabina (luce, prese CA,....)
- circuiti dell'illuminazione permanente (rete PE).

6.2. Rete dorsale (BT) di distribuzione principale

Viene qui brevemente descritta la struttura delle reti dorsali BT derivate dai vari quadri dedicati di cabina per l'alimentazione delle apparecchiature in campo tipicamente secondo una configurazione dorso-radiale.

Si ritiene innanzitutto opportuno far osservare come le reti elettriche di distribuzione, siano esse principali o terminali, si possano suddividere in due classi fondamentali:

- reti privilegiate: costituite dai circuiti appartenenti alle reti IE e RI che possono essere, in caso di mancanza della rete dell'Ente Distributore, soggetti a breve interruzione del loro servizio, in attesa dell'avviamento del GE, senza pregiudicare in alcun modo la sicurezza degli utenti.
- reti di sicurezza in Continuità Assoluta (CA): costituite dai circuiti appartenenti alla rete PE, ai servizi ausiliari (SA) dei quadri elettrici ed agli impianti speciali. Tali reti in caso di emergenza devono funzionare con continuità, senza alcuna interruzione del loro servizio, in modo da assicurare un adeguato livello di sicurezza ai fruitori dell'opera. Ne consegue che esse, oltre ad essere alimentate dal gruppo elettrogeno, saranno alimentate anche da UPS. Inoltre, sempre ai fini della sicurezza, la rete PE sarà realizzata con componenti (cavi e cassette) tali da risultare immuni rispetto agli effetti di un eventuale incendio

Le linee di distribuzione principale saranno così caratterizzate:

- le dorsali relative alle reti RI saranno costituite da cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FG7(O)M1 0.6/1 kV (a norme CEI 20-

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 17 di 31

35, CEI 20-22 III, CEI 20-37 e CEI 20-38). I cavi, dopo il breve tratto interrato esterno di collegamento cabina–imbocco ed il tratto di risalita lungo la parete della galleria entro tubazioni in inox staffate a vista, saranno posati principalmente entro canalizzazioni metalliche fissate alla volta del tunnel.

- I cavi relativi alla rete IE saranno posati entro tubazioni interrate collocate nei tratti all'aperto e lungo i due piedritti del tunnel. Essi saranno del tipo FG7R 0.6/1 kV (a norme CEI 20-35, CEI 20-22 II, CEI 20-37 e CEI 20-13),
- le dorsali relative alle rete PE saranno costituite da cavi resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FTG10(O)M1 0.6/1 kV (a norme CEI 20-36, CEI 20-35, CEI 20-22 III, CEI 20-37 e CEI 20-38). Tale esecuzione garantirà maggior continuità di servizio in caso di incendio. Le modalità di posa dei cavi relativi alla rete PE saranno le medesime della rete RI
- I circuiti di alimentazione delle diverse utenze sono stati dimensionati in modo da garantire sia una caduta di tensione massima inferiore al 4% (5% per l'illuminazione esterna) sia il coordinamento con i dispositivi di protezione.
- le passerelle nonché gli accessori di fissaggio presenti in galleria saranno in acciaio inox AISI 316L.

Le dorsali sopra descritte si attesteranno ai nodi di attestazione e/o derivazione che saranno, a seconda delle modalità esecutive, così costituiti:

- per i nodi di derivazione/attestazione relative agli impianti di illuminazione collocati in volta della galleria o fissate sulla canalina portacavi (reti PE e RI), saranno impiegate cassette metalliche in pressofusione di alluminio aventi grado di protezione minimo IP65 e grado minimo IK07. Sempre in tale circostanza, ma limitatamente alle derivazioni dalle dorsali dedicate ai servizi di sicurezza (rete PE), saranno utilizzate cassette di derivazione resistenti al fuoco (400°C - 120 minuti o 850°C - 90 minuti secondo CEI EN 50362). Le cassette relative all'illuminazione permanente saranno complete di presa 2P+T da 16A – IP65 per la derivazione terminale al singolo corpo illuminante mentre quelle relative all'illuminazione di rinforzo saranno complete di n.3 pressacavi per la derivazione terminale ad altrettanti corpi illuminanti. Ciascuna uscita sarà equipaggiata di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sull'intera dorsale BT.
- per le derivazioni dalle dorsali della rete IE saranno utilizzate le morsettiere previste all'interno dei pali di illuminazione, realizzate in classe II ed aventi grado di protezione minimo IP67. La derivazione al singolo punto luce verrà eseguita interrompendo la sola fase interessata ed il neutro mentre le rimanenti due fasi non saranno interrotte ma proseguiranno diritte nel pozzetto.

Per quanto concerne i cavidotti, sia nel tratto all'aperto che all'interno del tunnel, essi saranno distinti per funzione. Più precisamente:

- impianti Bassa Tensione (BT)
- impianti speciali (SP)

Le tubazioni saranno collocate ad almeno 0.5 m di profondità e saranno interrotte all'esterno con pozzetti completi di chiusino in ghisa carrabile con passo pari a 30÷40m circa ed in corrispondenza di ogni cambio di

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 18 di 31

direzione. All'interno del tunnel esse saranno invece interrotte con pozzetti completi di chiusino in calcestruzzo ogni 37,5m circa oltre che ad ogni eventuale cambio di direzione.

Pozzetti aggiuntivi saranno infine collocati in corrispondenza di ogni punto luce su palo al fine di permettere la derivazione al punto luce stesso.

6.3. Rete BT di distribuzione terminale

Per distribuzione terminale si intende la sezione di rete derivata a valle delle cassette o morsettiere descritte al paragrafo precedente fino al punto di alimentazione dell'apparecchiatura in campo (tipicamente corpo illuminante).

I circuiti terminali saranno così costituiti:

- per i circuiti derivati dalle cassette fissate in volta ovvero sulla canalina portacavi lo spezzone di cavo terminale sarà posato a vista. Rientrano in questo caso, ad esempio, le alimentazioni terminali degli impianti di illuminazione permanente e di rinforzo.
- per i circuiti derivati dalle morsettiere su palo i cavi saranno posati all'interno dei sostegni

Il ricorso a diverse tipologie di cavo per l'alimentazione terminale seguirà la medesima filosofia utilizzata per la realizzazione della rete di distribuzione principale, ovvero:

- per i servizi di sicurezza in continuità assoluta (nel caso di cui trattasi i servizi appartenenti alla rete PE) saranno impiegati cavi resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FTG10(O)M1 0.6/1 kV (a norme CEI 20-36, CEI 20-35, CEI 20-22 III, CEI 20-37 e CEI 20-38).
- le alimentazioni terminali delle utenze appartenenti alla rete RI saranno invece costituite da cavi non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e gas tossici e assenza di gas corrosivi, tipo FG7(O)M1 0.6/1 kV (a norme CEI 20-35, CEI 20-22 III, CEI 20-37 e CEI 20-38).
- le alimentazioni terminali delle utenze appartenenti alla rete IE saranno invece costituite da cavi non propaganti la fiamma e l'incendio e a bassa emissione di gas corrosivi, tipo FG7(O)R 0.6/1 kV (a norme CEI 20-35, CEI 20-22 II, CEI 20-37/2).

Gli accessori di fissaggio di passerelle e tubazioni portacavi saranno in acciaio inox

7. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA

7.1. Generalità

L'obiettivo che si desidera raggiungere con l'illuminazione di un tunnel è quello di assicurare a chi attraversa la galleria, sia di giorno che di notte, un senso di sicurezza e di comfort uguale a quello che l'utente può avere all'aperto.

Lo scopo si ottiene quando l'impianto di illuminazione trasmette al conducente adeguate informazioni visive sullo stato del tracciato che si appresta a percorrere, sul movimento di altri veicoli e sulla presenza di eventuali ostacoli.

In questa ottica, l'impianto di illuminazione deve necessariamente fornire le seguenti prestazioni:

- deve illuminare il piano stradale con un adeguato livello di luminanza e di uniformità
- la luce deve avere un angolo di incidenza rispetto al piano di visuale tale da fornire elevata visibilità del tracciato

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 19 di 31</p>

- deve illuminare adeguatamente il piedritto della galleria in modo da fornire all'utente un più ampio angolo di visibilità
- non deve abbagliare
- deve essere congegnato in modo da evitare l'effetto flicker (fenomeno ben noto al guidatore allorché i centri luminosi appaiono e scompaiono dal suo campo visivo con una frequenza tale da generare notevole fastidio)

Il presente progetto prevede i seguenti sistemi di illuminazione:

- Illuminazione permanente (o di base) a servizio dell'intero sviluppo dei tunnel. Nel caso di cui trattasi, considerata la modesta lunghezza della galleria, tutta l'illuminazione di base sarà alimentata, in caso di mancanza della rete ENEL, da un gruppo UPS in continuità assoluta (illuminazione di base avente quindi anche la funzione di illuminazione di emergenza)
- Illuminazione di rinforzo in ingresso a servizio del tratto di entrata e del tratto di transizione del tunnel. Tale sistema sarà alimentato, in caso di mancanza della rete ENEL, dal GE.

L'impianto di illuminazione a servizio delle gallerie rispetta le indicazioni contenute nella norma UNI 11095/2003 e quanto previsto nel DM del 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali" (GU n.295 del 20-12-2005).

La Norma UNI sopra citata suddivide lo sviluppo longitudinale della galleria in cinque zone (o tratti), caratterizzate da differenti requisiti in termini di luminanza in funzione del progressivo adattamento dell'occhio umano allo stato d'illuminazione della galleria.

Tali zone sono denominate:

- tratto di accesso: è costituita dal tratto di strada immediatamente precedente l'ingresso della galleria. Nella zona d'accesso, un automobilista deve essere in grado di vedere all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di arresto. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada entro il tunnel per un automobilista in fase di avvicinamento; tra essi l'illuminazione insufficiente nel tratto di soglia che impedisce l'individuazione di ostacoli e l'abbagliamento velante della luce esterna che riduce il contrasto degli eventuali oggetti sulla superficie stradale.
- tratto di soglia o adattamento: è 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
- tratto di transizione: 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
- tratto interno l'illuminazione è generalmente mantenuta ad un valore costante per tutta la lunghezza
- tratto di pre-uscita: influenzata dalla luminanza esterna. In tale tratto la visibilità non è di solito critica perché gli eventuali ostacoli vengono individuati chiaramente come corpi scuri su fondo chiaro.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 20 di 31

Tuttavia in condizioni di traffico notevole ed in presenza di veicoli di grandi dimensioni la capacità visiva può risultare sensibilmente ridotta

Per quanto concerne i dati di progetto ed i risultati di calcolo si rinvia alla specifica relazione di calcolo illuminotecnico facente parte del progetto.

Qui si intende solo precisare che per il calcolo del livello di luminanza iniziale del tratto di soglia si è fatto riferimento, cautelativamente, alla condizione di cielo sereno e manto stradale asciutto. Tale circostanza infatti, viene considerata prevalente (ovvero presente per almeno 75 h/anno anche non consecutive) ed è stata valutata ai fini del calcolo della luminanza di soglia in quanto comporta i valori di luminanza di velo più elevati.

7.2. Illuminazione di rinforzo in ingresso

Nella zona di accesso di un tunnel, un automobilista deve essere in grado di individuare all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di arresto. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada per un automobilista in fase di avvicinamento ad una galleria; tra essi l'illuminazione artificiale nel tratto di soglia che, qualora risultasse inadeguata, non consente l'individuazione degli eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata in tempo utile per intervenire sulla condotta di guida.

Pertanto, onde evitare situazioni di potenziale pericolo per gli automobilisti, in corrispondenza a ciascun imbocco d'entrata, viene realizzata l'illuminazione di rinforzo in ingresso.

L'illuminazione di rinforzo garantirà livelli di luminanza decrescenti dall'imbocco verso l'interno della galleria con valori di luminanza ed un andamento rispondenti ai dettami della Norma UNI 11095:2003, secondo quanto previsto nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali".

Per stabilire la distanza di arresto e quindi la lunghezza della zona di soglia si è fatto riferimento al diagramma B.3 della Norma UNI11095:2003 considerando, secondo la metodologia indicata nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali", i valori della velocità di progetto ed i valori di pendenza longitudinale caratterizzanti il tracciato stradale nelle due zone di accesso al tunnel.

7.2.1. Apparecchi illuminanti per il rinforzo in ingresso

Gli apparecchi d'illuminazione che costituiscono l'illuminazione di rinforzo sono del tipo ad ottica asimmetrica controflusso con lampade al sodio ad alta pressione di potenza compresa tra 400 a 150 W, disposti su una fila ad interdistanza variabile a seconda del livello di luminanza richiesto.

Tutti i corpi illuminanti avranno il corpo in lamiera di acciaio inox AISI 316L e saranno completi degli accessori metallici quali la staffa di ancoraggio alla canalizzazione sempre realizzati in acciaio inox AISI 316L in modo da garantire la massima resistenza alla corrosione.

L'apparecchio sarà completo di vetro frontale piano temperato, di spessore adeguato per resistere alle sollecitazioni meccaniche e di riflettore realizzato per mezzo di pressopiegatura di lamiera d'alluminio puro al 99,85% con finitura superficiale ricavata per anodizzazione superficiale.

Altre caratteristiche dell'apparecchio sono:

- tensione di funzionamento : 230V - 50Hz.
- fattore di potenza $\geq 0,9$
- peso apparecchio: 13 Kg (100W) ÷ 16Kg (400W)
- vano ausiliari (reattore, accenditore e condensatore) separato
- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari) sorgente SAP-150W: ~ 172W
- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari) sorgente SAP-250W: ~ 270W
- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari) sorgente SAP-400W: ~ 440W
- flusso luminoso nominale sorgente SAP-150W: ~ 17.500 lumen
- flusso luminoso nominale sorgente SAP-250W: ~ 33.000 lumen

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 21 di 31

- flusso luminoso nominale sorgente SAP-400W: ~ 56.500 lumen
- efficienza luminosa della sorgente SAP: > 100 lm/W
- durata sorgente SAP (L₉₀): > 20.000 ore
- doppio isolamento (classe II)
- grado di protezione IP65
- resa cromatica: 20
- temperatura di colore: ≈ 2.000 K
- rispondenza alle norme: EN60598-1, EN60591-2-3, EN60598-2-5, EN60662, EN61547;

Gli apparecchi saranno equipaggiati con spezzone di cavo terminale 2x2,5 mm² (lunghezza massima 25m) e di presa e spina CEE 2P+T - 16A – IP65 per il collegamento rapido alla relativa cassetta di derivazione.

Negli elaborati grafici sono riportate, nelle diverse zone di rinforzo, la potenza della lampada e l'interdistanza di installazione dei corpi illuminanti.

7.2.2. *Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in ingresso*

I cavi che costituiscono le dorsali di alimentazione della rete RI e da cui sono derivati i singoli corpi illuminanti, saranno derivati dal quadro elettrico Q_IL/R collocato nella cabina elettrica di imbocco.

Essi, per un primo tratto, saranno collocati all'interno di tubazioni interrate o posate dietro il profilo re-direttivo (sede protetta) mentre nel secondo tratto saranno posati all'interno delle canalizzazioni in acciaio inox AISI316L staffate in volta (sede non protetta).

La rete RI sarà alimentata dalla rete ENEL e dal sistema di alimentazione di emergenza (gruppo elettrogeno), in caso di mancanza di tale rete.

I collegamenti terminali, a valle delle scatole di derivazione già descritte in precedenza, risulteranno posati all'interno di canalizzazioni portacavi realizzate in acciaio inox AISI316L installate in volta.

I cavi, siano essi di dorsale che terminali, saranno di tipo FG7(O)M1- 0,6/1kV, non propaganti l'incendio e la fiamma, a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici ed assenza di gas corrosivi (LS0H).

Per ogni rinforzo in ingresso sono previsti tre circuiti indipendenti R1÷R3, in modo tale da garantire un'adeguata regolazione dell'impianto e da contenere il disservizio in caso di un eventuale guasto su una delle dorsali di alimentazione.

7.2.3. *Gestione dell'illuminazione di rinforzo*

La regolazione dei circuiti di rinforzo dei due ingressi sarà gestita da due regolatori di flusso luminoso ciascuno dei quali comandati da un sistema di misura, controllo e comando così composto:

- un rilevatore ottico esterno, posto possibilmente ad una distanza almeno pari a quella di arresto rispetto agli imbocchi, che rileva la luminanza di velo della zona di imbocco compresa entro un determinato angolo visivo all'esterno di una galleria e di generare un segnale elettrico (segnale analogico) proporzionale a tale luminanza. Esso impiega un elemento fotosensibile avente una caratteristica di sensibilità spettrale coincidente con quella dell'occhio umano. Il sensore è contenuto in una custodia in materiale isolante IP64 mentre l'elemento fotosensibile è alloggiato all'interno del dispositivo ottico a cannocchiale, montato sopra la custodia stessa. Il cannocchiale sarà orientabile nelle diverse direzioni, in modo da rilevare la luminanza del campo di osservazione entro un angolo conico di 20°, che comprende l'imbocco della galleria.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 22 di 31</p>

- un modulo di controllo in grado di supportare ed elaborare il segnale proveniente dal rilevatore ottico. Il modulo è dotato di ingressi fotometrici per la sonda, uscite seriali per il segnale di controllo dei regolatori, uscite digitali per il comando di accensione/spegnimento dei circuiti di rinforzo ed uscite/ingressi configurabili. Il modulo di controllo sarà collocato all'interno del quadro di alimentazione Q_IL/R. La comunicazione tra il rilevatore ottico esterno ed il modulo di controllo avviene tramite cavo schermato a tre conduttori.

Il sensore, congiuntamente al modulo di controllo, consente di monitorare continuamente il livello di luminanza della zona di accesso esterna al tunnel e di regolare, conseguentemente, tramite procedura preimpostata, il livello di luminanza nel tratto di ingresso della galleria.

Tale procedura prevede sia l'accensione e lo spegnimento dei diversi circuiti di rinforzo previsti per ciascun imbocco sia la regolazione, tramite il regolatore di flusso, della loro tensione di esercizio.

La possibilità di regolare il valore della tensione di uscita consente di poter variare, conseguentemente, il flusso emesso dalle lampade di rinforzo dal 100% al 40% circa del flusso nominale.

Si ottiene così il rispetto delle curve teoriche di luminanza al variare delle condizioni illuminotecniche esterne: ciò evita frequenti accensioni e spegnimenti delle lampade che riducono significativamente la vita media delle stesse e diminuisce, nel contempo, i consumi energetici.

Le principali caratteristiche del sensore di luminanza di velo si possono così riassumere:

- sensore d'immagine CCD a colori ad alta risoluzione dotato di matrice di 1280 x 1024 pixel per un totale di 1,3 Megapixel
- campo di sensibilità dei pixel compreso tra 50 cd/m² e 20.000 cd/m²
- campo di uscita (luminanza di velo) del rilevatore compreso tra 1 cd/m² e 1000 cd/m²
- trasmissione dati, da e verso i moduli di controllo, mediante porta seriale a tre conduttori
- contenitore in polipropilene resistente ai raggi UV con grado di protezione IP64

Il modulo di comando e controllo converte la grandezza fotometrica (luminanza di velo) misurata dal sensore esterno in un segnale analogico (4÷20 mA) proporzionale alla luminanza esterna. Con tale segnale il modulo di comando gestisce il regolatore di flusso il quale, sulla base di tale segnale, procede alla regolazione della tensione di alimentazione delle lampade controllandone, conseguentemente, il flusso luminoso emesso.

I regolatori di flusso stabilizzeranno le tensioni di lavoro tramite un sistema completamente digitale, privo di contatti mobili ed una precisione pari al ±1%. Il controllo della tensione avviene mediante l'iniezione di una tensione variabile in serie al carico, generata da un trasformatore booster, a sua volta alimentato da una corrente pilota generata dalle schede elettroniche controllate da microprocessore. Il microprocessore, oltre che dal segnale proveniente dal modulo di comando e controllo, è predisposto per poter essere comandato anche da eventuali segnali esterni per eventuali comandi di forzatura.

Il modulo di comando e controllo monitora inoltre il corretto funzionamento della sonda esterna e, se questa non funziona o se il cavo di collegamento si è interrotto, la gestione del segnale di controllo e delle 4 uscite digitali a relè passa interamente a cicli orari liberamente impostabili che vanno a comandare singolarmente le 4 uscite digitali. Infine, il caso di avaria del modulo di comando, che può essere segnalata ad un eventuale sistema di supervisione tramite un'uscita a relè, comporta la gestione delle uscite a relè tramite l'orologio astronomico o altro orologio commerciale.

Le principali caratteristiche e funzioni del modulo di controllo e di comando si possono così riassumere:

- tensione di alimentazione 24 Vdc/Vac +/- 10%
- 4 uscite digitali a relè
- 1 uscita relè di allarme
- due ingressi fotometrici per due sonde (esterna ed eventuale interna)

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 23 di 31

- 4 ingressi/uscite optoisolati, configurabili singolarmente come input od output
- porte seriali RS232, RS485 e RS422
- libera impostazione soglie di attivazione dei relè di uscita
- libera impostazione isteresi di intervento dei relè
- lettura del valore di luminanza rilevato dalla/e sonda/e
- visualizzazione dello stato dei relè di uscita, dello stato degli ingressi e degli allarmi
- reset dei parametri impostati e ritorno automatico ai parametri di default
- possibilità di impostare dei cicli orari di funzionamento che vanno a comandare singolarmente il segnale di controllo e le 4 uscite a relè
- registrazione, su memoria interna, delle ore di funzionamento dei singoli circuiti di rinforzo che vengono attivati dal modulo di comando
- registrazione a campionamento costante della misura rilevata dalla sonda, dello stato delle uscite digitali e degli eventuali allarmi di malfunzionamento

Si precisa inoltre che l'accensione e lo spegnimento dei circuiti sarà comunque possibile anche manualmente tramite appositi selettori e/o pulsanti posti sul fronte del quadro di alimentazione (Q_IL/R).

7.3. Illuminazione permanente

L'illuminazione permanente deve garantire una luminanza del piano stradale caratterizzata da livelli ed uniformità tali da consentire il transito nei tunnel in piena sicurezza, evitando fenomeni di abbagliamento.

L'illuminazione interna (permanente o di base) garantirà un valore minimo di luminanza media superiore a 2 cd/m² durante il giorno e di almeno 1cd/m² durante le ore notturne.

Inoltre, nel caso di cui trattasi, in condizioni di emergenza, ovvero di assenza di alimentazione ENEL, sarà garantito, in continuità assoluta, lo stesso livello di luminanza che si ha in condizioni ordinarie.

In tutte le zone della galleria devono essere garantiti i requisiti illuminotecnici indicati dalla UNI 11095:2003 in termini di luminanza sul manto stradale e sulle pareti, uniformità, limitazione di abbagliamento e limitazione dello sfarfallamento.

7.3.1. Apparecchi illuminanti per l'illuminazione di base

L'illuminazione interna sarà realizzata con apparecchi illuminanti aventi ottica simmetrica con lampade al sodio ad alta pressione aventi potenza 100W e reattore elettromagnetico a basse perdite. Gli apparecchi saranno completi di cavo terminale 2x2,5 mm² (lunghezza massima 5 m) e di spina CEE 2P+T 16A 230V - IP67 per il collegamento rapido alla relativa cassetta di derivazione. Essi saranno disposti su due file con passo regolare, fissati sulla canalina portacavi tramite supporto per aggancio rapido in acciaio inox.

Tutti i corpi illuminanti avranno il corpo in lamiera di acciaio inox AISI 316L e saranno completi degli accessori metallici quali la staffa di ancoraggio alla canalizzazione sempre realizzati in acciaio inox AISI 316L in modo da garantire la massima resistenza alla corrosione.

L'apparecchio sarà completo di vetro frontale piano temperato, di spessore adeguato per resistere alle sollecitazioni meccaniche e di riflettore realizzato per mezzo di pressopiegatura di lamiera d'alluminio puro al 99,85% con finitura superficiale ricavata per anodizzazione superficiale.

Altre caratteristiche degli apparecchi si possono così riassumere:

- tensione di funzionamento : 230V - 50Hz.
- fattore di potenza ≥ 0,9

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 24 di 31

- peso apparecchio: 13Kg
- vano ausiliari (reattore, accenditore e condensatore) separato
- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari) sorgente SAP-100W: ~ 118W
- efficienza luminosa della sorgente SAP: > 100 lm/W
- durata sorgente SAP (L₉₀): > 20.000ore
- doppio isolamento (classe II)
- grado di protezione IP65
- resa cromatica: 20
- temperatura di colore: ≈ 2.000 K
- rispondenza alle norme: EN60598-1, EN60591-2-3, EN60598-2-5, EN60662, EN61547;

La distribuzione dei punti luce è riportata nella tavola grafica facente parte del progetto.

7.3.2. Circuiti di alimentazione dell'illuminazione permanente

I cavi di dorsale dei circuiti relativi all'illuminazione permanente saranno derivati dal quadro elettrici Q_IL/P collocato nella cabina elettrica BT di imbocco.

Al fine di garantire all'impianto di illuminazione una buona affidabilità anche a fronte di un primo guasto, per ciascuna fila di apparecchi sono previsti due circuiti distinti dai quali gli apparecchi risulteranno alternativamente derivati tramite derivazioni eseguite in cassette metalliche già descritte in precedenza.

I circuiti, per un primo tratto, saranno collocati all'interno di tubazioni interrato o posate dietro il profilo re-direttivo (sede protetta) mentre nel secondo tratto saranno posati all'interno delle canalizzazioni in acciaio inox AISI316L staffate in volta (sede non protetta).

Il breve collegamento terminale, a valle della scatola di derivazione, risulterà posato in vista ovvero posato all'interno della canalizzazione portacavi.

Come già precisato, tutti gli apparecchi illuminanti installati per l'illuminazione permanente afferiscono alla rete PE alimentata in continuità assoluta tramite UPS avente autonomia pari a 10'.

Le linee della rete PE, siano esse principali o terminali, saranno costituite da cavi resistenti al fuoco tipo FTG10(O)M1-0,6/1kV a Norma CEI 20-45.

7.3.3. Gestione dell'illuminazione permanente

La regolazione dei circuiti d'illuminazione permanente sarà gestita ad orario tramite l'orologio astronomico installato nel regolatore di competenza ed un'adeguata programmazione del regolatore.

Ai sensi della Norma UNI 11095 e UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso volume di traffico, si può procedere con la riduzione del livello di luminanza del manto stradale.

In condizioni ordinarie diurne (luminanza attesa pari ad almeno 2 cd/m²), saranno attivati, a piena tensione, tutti i circuiti di illuminazione permanente. In regime notturno (luminanza attesa pari ad almeno 1 cd/m²), saranno sempre attivati tutti i circuiti di illuminazione al fine di garantire i livelli di uniformità richiesti dalla Norma UNI 11095:2003 (peraltro richiamata dal DM 14/09/05), ma essi saranno alimentati a tensione ridotta.

Il regolatore di flusso dedicato all'illuminazione permanente sarà dello stesso tipo descritto per l'illuminazione di rinforzo.

8. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

8.1. Generalità

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 25 di 31

E' previsto un impianto di illuminazione esterna a servizio delle due zone di accesso al tunnel Crenna.

Le soluzioni progettuali adottate e descritte nel seguito nei diversi ambiti di applicazione hanno contemplato l'esigenza di contenere i consumi energetici e gli oneri manutentivi oltre a diminuire l'inquinamento luminoso verso l'alto.

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada; il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli, che sono gli utenti principali della strada, è costituito dalla visibilità di ostacoli potenzialmente pericolosi, nelle condizioni ambientali e di traffico presenti ed in tempo utile per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Si riporta nel seguito la descrizione tecnica dell'impianto rinviando agli altri elaborati di progetto (in particolare alle relazioni di calcolo ed agli elaborati grafici) per ulteriori dettagli.

Per quanto concerne i dati di progetto ed i risultati di calcolo si rinvia alla specifica relazione di calcolo illuminotecnico facente parte del progetto.

8.2. Osservanza della Legge Regionale del Piemonte L.R. n.31 - 2000

La progettazione degli impianti di illuminazione esterna è stata redatta in conformità alle richieste della Legge Regionale del Piemonte n. 31, del 24 marzo 2000 - "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche" ed alle "Linee guida per la limitazione dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico", sempre emanate dalla regione Piemonte ai fini dell'attuazione della L.R. sopra menzionata.

In particolare, in ottemperanza alla suddetta legislazione, si evidenzia che:

- sono previsti apparecchi illuminanti aventi una intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi e oltre;
- sono previsti apparecchi illuminanti equipaggiati con lampade al sodio ad alta pressione caratterizzate da elevata efficienza luminosa;
- sono previsti sistemi in grado di ridurre, entro l'orario stabilito con atti delle Amministrazioni comunali, l'emissione del flusso luminoso degli impianti in misura non inferiore al quaranta per cento rispetto al pieno regime di operatività
- gli impianti rispettano la Normativa di riferimento (UNI e CEI).

8.3. Apparecchio illuminante utilizzato

L'impianto di illuminazione stradale sarà realizzato mediante apparecchi idonei per montaggio su testa-palo o su palo con sbraccio così caratterizzati:

- corpo in pressofusione di alluminio verniciato;
- riflettore in alluminio anodizzato ad alta purezza;
- schermo di chiusura in vetro temperato piano;
- lampada a vapori di sodio alta pressione, di tipo tubolare, con potenza di 150 W;
- classe II di isolamento;
- grado di protezione IP66;
- fattore di potenza 0,9;
- peso dell'apparecchio $\leq 11,64$ kg;
- superficie esposta al vento dell'apparecchio $\leq 0,083$ m²

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 26 di 31

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nella tavola grafica specifica facente parte del progetto.

8.4. Sistema di regolazione degli impianti di illuminazione stradale

L'accensione, lo spegnimento nonché l'inizio e la fine dei vari regimi di funzionamento degli impianti a servizio della viabilità saranno attuate mediante un orologio astronomico installato nel quadro di alimentazione.

Ai sensi della Norma UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso volume di traffico, si può ridurre il livello di luminanza del manto stradale ottenendo così un risparmio energetico con conseguenti riduzioni dei costi di gestione.

A tale scopo il quadro di alimentazione (Q_IE) sarà equipaggiato con un regolatore di flusso centralizzato dotato di microprocessore programmabile avente potenza adeguata.

Il regolatore previsto sarà in grado di stabilizzare e regolare la tensione dei circuiti alimentati in funzione dell'orario e di attivare/disattivare gli impianti in funzione del segnale proveniente dall'orologio astronomico e/o rilevato da fotocellula.

8.5. Sostegni

I pali di supporto saranno in lamiera di acciaio S275JR avente caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025, forma conica diritta, ottenuti con laminazione a caldo e saldati ad alta frequenza, sottoposti a processo di zincatura a caldo (interna ed esterna) per immersione.

Laddove necessario i pali di sostegni saranno completi di sbraccio in lamiera di acciaio zincato a caldo.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE.

I sostegni avranno tipicamente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico diritto per posa del corpo illuminante a testa palo o su sbraccio.
- altezza totale: 9,8 m;
- altezza fuori terra: 9 m;
- peso del palo: 154 kg
- diametro di base fino a 168,3 mm
- diametro di testa: 90/60 mm
- spessore non inferiore a 4 mm
- eventuale sbraccio, lunghezza 2 m, altezza 0,55 m, spessore 3 mm
- portata con riferimento zona 1 e categoria del terreno II: $> 0,1 \text{ m}^2$
- asola per morsettiera chiusa con portella in alluminio grado di protezione IP54, completa di morsettiera in classe II

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l'alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento superficiale di zincatura.

Dovranno infine essere corredati di attacco filettato per eventuale collegamento all'impianto di terra.

In corrispondenza del punto di incastro del palo al blocco di fondazione dovrà essere dotato di manicotto di rinforzo in acciaio zincato.

8.6. Basamento dei sostegni

Per il supporto dei pali di illuminazione stradale dovranno essere realizzati plinti di fondazione interrati su terreno naturale o su banchina dovranno essere forniti e posati in opera dei plinti in calcestruzzo predisposti con il foro verticale di infilaggio del palo e con il raccordo orizzontale con il pozzetto di transito delle condutture

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 27 di 31</p>

di alimentazione; per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza. Il plinto dovrà essere completamente inserito nel terreno per evitare lo scorrimento laterale.

Per la definizione e la verifica dei plinti di fondazione si rinvia alla specifica relazione di calcolo.

9. IMPIANTI SPECIALI DI MONITORAGGIO E COMUNICAZIONE

9.1. Generalità

Nella presente sezione del documento vengono illustrati gli impianti speciali di sicurezza, comunicazione e di controllo. Essi si possono così elencare:

- Impianto rilevazione incendi locali tecnici
- Impianto rilevazione incendi in galleria
- Impianto controllo accessi
- Impianto di automazione/supervisione (solo predisposizione)

Per ciascun impianto previsto si riporta nel seguito una descrizione tecnica e funzionale succinta; per ottenere informazioni tecniche più dettagliate si rinvia agli elaborati grafici (schemi planimetrici e funzionali) nonché agli altri elaborati descrittivi facenti parte del progetto (elenco voci, capitoli,...).

9.2. Impianto rilevazione incendi nei locali tecnici

Per il monitoraggio dei locali tecnici di cabina è previsto un impianto di rilevazione incendi costituito dai seguenti elementi:

- centrale ad indirizzo in grado di collegare dispositivi di rivelazione autoindirizzante su linea di rilevazione (Loop). La centrale, alimentata a 230Vac, è completa di alimentazione di emergenza con accumulatori (24A/24Vac), di alimentatore e display a cristalli liquidi. La centrale, ubicata nel locale di controllo previsto in corrispondenza della cabina, sarà completa sia di uscita Ethernet che di contatti in uscita per la comunicazione/segnalazione al sistema di supervisione.
- rivelatori ottici nei vari locali quadri elettrici della cabina, indirizzati singolarmente, con regolazione continua della soglia di intervento in funzione dello stato e delle condizioni ambientali dei rivelatori stessi;
- pulsanti manuali di allarme, indirizzati singolarmente, ubicati a parete del manufatto di cabina;
- linea di rivelazione costituita da cavo twistato e schermato;
- combinatore telefonico comunicante sia su rete PSTN che su GSM per l'inoltro di messaggi vocali, messaggi pre-registrati e messaggi di allarme SMS ai tecnici referenti che saranno indicati dal Committente (almeno 10 numeri telefonici liberamente programmabili). Il combinatore, a 12 ingressi, sarà completo di antenna GSM con relativo cavo di collegamento avente lunghezza di almeno 5m.

9.3. Impianto rilevazione incendi in galleria

A servizio del tunnel sarà realizzato un sistema lineare di rilevazione incendi di tipo analogico costituito da:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 28 di 31

- cavo termosensibile analogico di tipo coassiale in grado di variare la resistenza tra il polo interno e la calza in funzione della temperatura, fornendo un segnale in mA ripetibile. Il cavo sarà di tipo idoneo a funzionare con continuità sia in ambienti umidi e polverosi sia in atmosfere con presenza dei gas di scarico e delle polveri dovuti al traffico. Esso sarà ancorato ad una fune in acciaio inox la quale sarà fissata alla volta del tunnel tramite adeguate clips di fissaggio. Altre caratteristiche del cavo si possono così elencare:
 - polo interno in rame rivestito d'acciaio, isolamento polimero sensibile alla temperatura, calza costituita da treccia di rame stagnato e guaina esterna in PVC rosso
 - resistenza del conduttore tra calza e polo interno per 100 metri 2 ohm
 - diametro del cavo: ≈ 3 mm
 - temperatura operativa: da -20 °C a $+70$ °C (con brevi escursioni fino a 200 °C)
 - temperatura di allarme: $+68$ °C
 - raggio di massima curvatura : 6 mm
 - massima tensione di sforzo : 200 N
 - peso: 16 gr/m

- unità di controllo in grado di fornire l'allarme incendio e l'allarme di corto circuito e circuito aperto (avaria di sistema). Le segnalazioni di allarme saranno fornite sia tramite due LED posti sul pannello frontale sia a distanza tramite due uscite digitali che saranno riportate allo stesso combinatore telefonico asservito all'impianto di rilevazione incendi di cabina. Altre caratteristiche dell'unità di controllo si possono così elencare:
 - box in policarbonato (RAL 7035) con frontalino trasparente fissato con viti avente grado di protezione IP 65
 - temperatura operativa : da -10 °C a $+50$ °C
 - dimensioni : 175 X 125 X 75 mm (H,L,P)
 - alimentazione: 24Vcc
 - consumo: <20 mA
 - uscite: relè "Fuoco" e Relè "Guasto" (1A 24/120V DC)
 - morsettiere idonee per cavi fino a 2.5 mm²
 - entrata cavi : 2 pressacavi PG 13.5 IP65, 1 pressavavo PG 7 IP65
 - Leds: n.3 led di segnalazione presenza alimentazione, guasto, allarme incendio
 - pulsante test allarme incendio
 - pulsante test guasto e reset
 - peso : 0,7 Kg

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC Foglio 29 di 31

- unità di fine linea che provvede a chiudere la linea del cavo termosensibile. Le caratteristiche di tale unità sono:
 - contenitore in policarbonato grigio (RAL 7035) con frontalino fissato con viti avente grado di protezione IP 66
 - temperatura operativa : da -10 °C a +50 °C
 - dimensioni: 135 X 75 X 66 mm (H,L,P)
 - entrata cavi tramite pressacavo PG 7 IP65
 - peso: 0,1 Kg

9.4. Controllo degli accessi ai locali tecnici

L'impianto sarà esteso al controllo dei varchi di accesso alla cabina e sarà essenzialmente costituito da contatti finecorsa atti al controllo dello stato di apertura/chiusura delle porte di accesso. I contatti saranno riportati all'impianto di rilevazione incendi asservito alla cabina elettrica in modo tale che in caso di apertura delle porte venga informato il personale che sarà indicato dal Committente tramite il combinatore telefonico asservito allo stesso impianto di rilevazione incendi di cabina.

9.5. Impianto di automazione e di supervisione "locale"

Per impianto di supervisione locale si intende l'insieme di apparecchiature (sensori, unità remote I/O, PLC e supervisori) atte al controllo ed alla gestione dei vari impianti tecnologici (sottosistemi) a servizio della galleria. Il presente intervento prevede la sola predisposizione degli impianti per una futura ed eventuale loro gestione tramite un impianto di automazione ed un sistema di supervisione.

Tale predisposizione consisterà essenzialmente in:

- predisposizione di spazio in cabina per la futura ed eventuale collocazione di un armadio rack atto al contenimento di unità PLC, switch, router, ecc.
- predisposizione di spazio nei vari quadri elettrici BT per la futura ed eventuale collocazione delle unità I/O
- predisposizione di interruttori BT dai quali derivare successivamente le eventuali linee di alimentazione delle unità PLC, dello switch, del router, delle unità I/O, ecc.
- riporto in morsettiera dei vari quadri elettrici BT dei contatti ausiliari dei diversi interruttori per la segnalazione al sistema di controllo di stati/comandi/allarmi
- predisposizione di contatti puliti in ingresso/uscita dalle principali apparecchiature di cabina (GE, UPS, regolatori, ecc.) al fine di un loro eventuale monitoraggio e comando tramite un futuro sistema di controllo

I sottosistemi predisposti per essere gestiti da un eventuale sistema di controllo locale saranno i seguenti:

1. illuminazione:

- segnali di stato delle protezioni installate nei quadri elettrici per la distribuzione dell'energia elettrica alle utenze interessate
- segnali di stato dei circuiti di rinforzo (acceso al massimo, acceso in modalità ridotta e spento)
- segnali dai sensori esterni di luminanza e dai relativi moduli di controllo

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC</p> <p style="text-align: right;">Foglio 30 di 31</p>

- segnali dai regolatori di flusso
 - forzatura al massimo livello di emissione luminosa di tutti i circuiti di illuminazione
2. impianto rivelazione incendio
- segnale di allarme e di avaria di sistema dalla centrale rivelazione incendi a servizio dei locali tecnici di cabina
 - segnale di allarme e di avaria di sistema dalla centrale rivelazione incendi a servizio del tunnel
3. impianto controllo accessi
- stato delle porte di accesso ai locali tecnici di cabina
4. Impianti elettrici di potenza in cabina
- segnali di stato e di allarme dei dispositivi di manovra e delle protezioni installate nei vari quadri elettrici BT predisposti per la distribuzione dell'energia elettrica alle utenze interessate
 - segnali di stato e di allarme delle diverse apparecchiature di cabina (trasformatori, UPS, GE, regolatori, rifasamento, ecc..)
 - lettura delle misure elettriche più significative eseguite nelle sezioni principali della rete elettrica BT

10. PROVVEDIMENTI SPECIFICI PER LA PREVENZIONE INCENDI

Si riassumono brevemente i provvedimenti specifici adottati nella progettazione degli impianti elettrici ai fini della prevenzione incendi:

- in cabina è previsto un impianto di illuminazione di emergenza
- in cabina sono previsti adeguati estintori portatili
- è previsto un impianto di rivelazione fumi in tutti i locali tecnici
- sganci di emergenza delle alimentazioni elettriche previsti per le diverse sezioni di impianto (sgancio generale, sgancio gruppo elettrogeno e rete in continuità assoluta), effettuati con dispositivi ubicati all'esterno della cabina, adeguatamente segnalati, con indicazione anche della sezione di impianto corrispondente che verrà disattivata
- l'installazione del gruppo elettrogeno risponderà prescrizioni del D.M. Interni del 13/07/2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"
- tutti i cavi utilizzati in galleria, sia di potenza che di segnale, saranno di tipo non propagante l'incendio (a norma CEI 20-22) e a ridottissima emissione di gas tossici-nocivi (a norma CEI 20-37)
- tutti i cavi utilizzati di potenza relativi ai sistemi di sicurezza saranno di tipo resistente al fuoco a norma CEI 20-45 e a ridottissima emissione di gas tossici-nocivi (a norma CEI 20-37) laddove la modalità di posa non garantisca un'adeguata protezione dagli effetti di un incendio

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51-01-E-CV-RH-NV2100-001-A00.DOC	Foglio 31 di 31

Per maggiori dettagli in merito alle misure di prevenzioni incendi sopra elencate si rinvia ai paragrafi precedenti ed alle tavole grafiche facenti parte del progetto.