


**NUOVA S.S. 341 "GALLARATESE" - TRATTO DA SAMARATE A CONFINE  
CON LA PROVINCIA DI NOVARA - TRATTO NORD**

**STRALCIO FUNZIONALE DAL KM 6+500 (SVINCOLO S.S. 336 NORD)  
AL KM 8+844 (SVINCOLO AUTOSTRADA A8)  
"BRETELLA DI GALLARATE"**

**PROGETTO ESECUTIVO**

	 <b>Ing. Valerio Bajetti</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-28211	<b>ING. RENATO DEL PRETE</b>  <b>Ing. Renato Del Prete</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	 <b>Arch. Nicoletta Frattini</b> Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	 <b>Ing. Gabriele Incechi</b> Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102
	<b>Ing. Renato Vaira</b> (Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 4863 W)	 Società designata: <b>GA&amp;M</b>  <b>Prof. Ing. Matteo Ranieri</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	<b>SETAC</b> Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni  <b>Prof. Ing. Luigi Monterisi</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	<b>ARKE'</b> INGEGNERIA S.r.l. Via Impalpore, Trapani n° 4 - 70126 Bari  <b>Ing. Gioacchino Angarano</b> Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970

<b>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Dott. Ing. Giancarlo LUONGO	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b>  Ing. Renato DEL PRETE	<b>IL PROGETTISTA FIRMATARIO DELLA PRESTAZIONE</b>  Ing. Valerio BAJETTI	<b>GEOLOGO</b>  Prof. Ing. Geol. Luigi MONTERISI	<b>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b>  Ing. Gaetano RANIERI
---	---	---	---	---

**MB01**

**M - IMPIANTI  
MA - IMPIANTI SVINCOLO  
RELAZIONE TECNICA IMPIANTISTICA**

<b>CODICE PROGETTO</b> PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG. <b>MI533</b> <b>E</b> <b>1801</b>			<b>NOME FILE</b> MB01-P00IM00IMP01_A.dwg		<b>REVISIONE</b> <b>A</b>	<b>SCALA:</b> -
<b>CODICE ELAB.</b>			<b>P00IM00IMP01</b>		<b>A</b>	-

C					
B					
A	EMISSIONE	MAGGIO 2021	ING. VALERIO BAJETTI	ING. VALERIO BAJETTI	ING. RENATO DEL PRETE
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

**SOMMARIO**

1	PREMESSA .....	2
1.1	Generalita' .....	2
1.2	Glossario .....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	4
3	PROGETTO ILLUMINOTECNICO GALLERIA ARTIFICIALE GA 05 .....	7
3.1	Generalita' .....	7
3.2	Cavidotti.....	7
3.3	Coesistenza condutture interrato .....	8
	▪ Cavo TELECOM .....	8
	▪ Tubazione ITALGAS .....	8
3.4	Caratteristiche passerella metallica.....	9
4	PROGETTO ILLUMINOTECNICO GALLERIA ARTIFICIALE .....	10
5	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI.....	13
5.1	Dati di progetto .....	13
5.2	UPS .....	13
5.3	Regolatori di potenza .....	19
5.4	Impianto elettrico – scelte progettuali.....	20
	5.4.1 Suddivisione dell'impianto .....	20
	5.4.2 Sezione dei conduttori .....	20
	5.4.2.1 Portata dei cavi.....	20
	5.4.2.2 Caduta di tensione ammissibile .....	21
	5.4.2.3 Sezioni minime dei conduttori.....	21
	5.4.3 Tipi di condutture e relativi modi di posa.....	21
	5.4.3.1 Scelta del tipo di conduttura e di posa .....	21
	5.4.3.2 Dispositivi di protezione .....	22
	5.4.3.3 Indipendenza dell'impianto elettrico.....	22
	5.4.3.4 Accessibilità dei componenti elettrici .....	22
	5.4.3.5 Scelta dei componenti elettrici .....	22
	5.4.3.6 Protezione contro i contatti indiretti.....	22
	5.4.3.7 Protezione contro i sovraccarichi.....	22
	5.4.3.8 Protezione contro i corto circuiti.....	23
	5.4.3.9 Protezione contro le ustioni .....	23
5.5	Relazione di calcolo .....	23

## 1 PREMESSA

### 1.1 GENERALITA'

Il presente progetto esecutivo riguarda lo Stralcio funzionale della più ampia progettazione riguardante il nuovo itinerario della SS 341 "Gallaratese" per il tratto ricadente in Regione Lombardia, tratto che, compreso tra l'attraversamento del fiume Ticino fino al raccordo con la SS 336 e da qui con il nome di "Bretella di Gallarate" fino all'Autostrada A8 in direzione Varese-A26, permette l'allacciamento al futuro sistema viabilistico pedemontano, consentendo quindi sia il collegamento delle aree a nord della provincia di Milano ed a sud della provincia di Varese con l'aeroporto di Malpensa, e sia il collegamento di quest'ultimo con le aree centrali ed orientali lombarde.

Nel suo complesso il tracciato di progetto del nuovo itinerario della SS 341 "Gallaratese" si articola in due distinti tratti:

- **Tratto nord** che iniziando nel territorio comunale di Vanzaghello, per uno sviluppo complessivo di circa 6,0 km, a partire dalla bretella di Vanzaghello (sviluppandosi a partire dalla strada "Buffalora-Malpensa"), fiancheggia il centro abitato e dopo essersi riportato in sede prosegue fino alla nuova rotatoria con la SP 14, avendo attraversato la SS 527 e la linea F.N.M. "Malpensa Express", e prosegue poi in variante all'abitato di Samarate fino a portarsi parallelamente all'attuale sede della SS 336 Busto-Malpensa;
- **Bretella di Gallarate** che, proseguendo dal Tratto Nord della SS 341, collega la SS 336 e l'Autostrada A8 a nord dello svincolo autostradale di Busto Arsizio, punto di convergenza della direttrice autostradale del Sistema Viabilistico Pedemontano che a sua volta costituisce una fondamentale connessione con Malpensa per le aree a nord e ad ovest di Milano.

In particolare lo Stralcio funzionale riguarda i 2,34 km finali, tratto denominato "Bretella di Gallarate" nel tratto compreso tra i km 6-500 (svincolo SS 336 Nord) e 8+844 (svincolo autostrada A8).

Nella progettazione degli impianti d'illuminazione sono state adottate le soluzioni e individuate le tecnologie che soddisfano maggiormente i seguenti obiettivi:

- la sicurezza degli utenti stradali e degli operatori;
- facilità realizzativa;
- bassi costi per gli interventi di manutenzione;
- bassi costi di esercizio;
- risparmio energetico.
- rispetto degli standard aziendali.

In sede progettuale è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, i requisiti elencati negli elaborati progettuali possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questo contesto o nelle tavole progettuali.

I riferimenti dei materiali di tipo commerciale, se presenti, sono da intendersi, in tutti gli elaborati progettuali, solo ed esclusivamente come dichiarazione esemplificativa di caratteristiche tecniche.

## 1.2 GLOSSARIO

Di seguito si riporta il significato di acronimi e/o di altri nomi tecnici utilizzati in questo documento.

Acronimo	Descrizione
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CIE	International Commission on Illumination
LED	Light Emitting Diode
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi applicabili alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione.

Le principali norme applicabili sono:

- UNI 11095:2021 Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali
- UNI 11142 Luce e illuminazione - Fotometri portatili - Caratteristiche prestazionali;
- UNI 11630 Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- UNI EN 12665 Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura.
- Decreto 22 gennaio 2008 n.37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici - DM del 05/06/2001 Sicurezza nelle gallerie stradali
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche • UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI EN 13201-2:2016 Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
- UNI EN 13201-3:2016 Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- UNI EN 13201-4:2016 Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche.
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic
- CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow
- CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto.
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione.
- CEI 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuiti nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito.
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali).
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore.
- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.

- CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici.
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi.
- CEI 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali.
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli.
- CEI 81-2 "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini".
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.

- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali Uo/U non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 35016 – "Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici" in relazione al Regolamento UE 305/2011.

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

- Direttiva Presidenza Consiglio Ministri 3/3/99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";
- DM 21 Marzo 1988, n°449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne";
- DM 19 aprile 2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".
- DM 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- DPR 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada";
- Legge n° 186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici costruiti "a regola d'arte".
- Legge n° 791 del 18.01.1977 Attuazione della Direttiva n° 73/23/CEE (abrogata dalla Direttiva n° 2006/95/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere impiegato entro alcuni limiti di tensione.
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" • D.lgs 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada
- D.lgs. n°81/2008 e s.m.i. "Testo Unico sulla Sicurezza".
- D.Lgs. 16 Giugno 2017, n°106 – "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE".
- Legge regionale n. 31 del 05/10/2015 della Regione Lombardia "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso."

Le direttive applicabili sono

- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione.
- 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.



### 3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO GALLERIA ARTIFICIALE GA 05

#### 3.1 GENERALITA'

Il presente progetto esecutivo riguarda la realizzazione dell'impianto di illuminazione di una galleria artificiale (identificata con la sigla GA 05) ubicata al progressivo 6+840 km e avente lunghezza pari a 80 metri.

#### 3.2 CAVIDOTTI

I cavidotti interrati saranno realizzati mediante l'utilizzo di una polifora dotata di una tubazione in PVC  $\varnothing$  125.

Gli scavi dovranno garantire la posa delle tubazioni alla profondità di 60 cm lungo scarpate, aiuole, spartitraffico ecc. e profondità di 100 cm nel caso di attraversamenti stradali o sedi stradali; ove le profondità minime non possano essere rispettate dovranno essere predisposti sottofondi e coperture in calcestruzzo e se necessario prevedere rinforzi con posa di rete elettrosaldata affogata nel calcestruzzo di copertura. Nel caso di posa di più tubazioni entro lo stesso scavo dovranno essere evitati accavallamenti o intrecci disponendo le tubazioni in modo parallelo su piani orizzontali. Nella fase di reinterro dello scavo dovrà essere posto un nastro di nylon, resistente alla corrosione, con la dicitura "cavi elettrici".

Nel caso di ripristino di manto stradale dovranno essere rispettate le seguenti fasi di lavoro:

- compattazione del reinterro con mezzo meccanico e pulizia del piano tramite mezzo meccanico provvisto di spazzole metalliche e dispositivo di aspirazione
- stesura di legante bituminoso lungo lo scavo
- stesura a caldo di doppio strato bituminoso a mano, tramite idonei rastrelli
- compattazione tramite cilindratura meccanica e successiva stesura di sabbia di fiume.

I pozzetti ispezionabili sono stati previsti in corrispondenza dei punti di deviazione e cambiamento di direzione, per consentire la giunzione e/o derivazione dei cavi elettrici.

L'alimentazione dell'impianto avverrà tramite allaccio al quadro di illuminazione ubicato in luogo idoneo (è prevista la realizzazione di apposito manufatto).

Le tubazioni e i pozzetti a partire dal suddetto quadro elettrico fino alla inserzione dovranno essere idonei per accogliere i cavi della linea elettrica necessaria per l'illuminazione.

La tipologia dei nodi è definita nella figura dell'allegato qui di seguito riportata

La modalità di illuminare gli svincoli stradali deriva dall'applicazione della norma tecnica UNI 11248:2016 "illuminazione stradale: Selezione delle categorie illuminotecniche", preposta alla definizione delle caratteristiche prestazionali degli impianti di illuminazione stradale, insieme al resto del quadro normativo (UNI EN 13201-2-3-4).

La norma, che si basa sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115:2010 e sui principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1 fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione di una data zona della strada in relazione alla categoria illuminotecnica individuata dalla norma stessa.

Lo scopo è quello di contribuire, per quanto di competenza dell'impianto di illuminazione, alla sicurezza degli utenti della strada, alla sicurezza pubblica e al buon smaltimento del traffico.



### 3.3 COESISTENZA CONDUTTURE INTERRATE

Nei casi in cui caso le linee elettriche per l'alimentazione dei pali di illuminazione dovranno incrociare i sottoservizi esistenti nell'area in cui sarà realizzato il cavidotto dovranno essere adottati i criteri installativi di seguito riportati.

Sono state riportate le principali norme che regolano la coesistenza tra l'impianto di alimentazione che si intende realizzare e le seguenti linee interrate e/o aeree:

- cavo TELECOM;
- condotta ENEL;
- tubazione ITALGAS;
- **CAVO TELECOM**

Nel caso di incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione, il cavo di energia dovrebbe di regola essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione.

La distanza minima fra i due cavi deve essere  $\geq 0.30$  m.

Il cavo posto superiormente deve essere protetto per una lunghezza  $\geq 1.0$  m con la canaletta di protezione metallica per cavi sotterranei disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Ove per giustificate esigenze tecniche non possa essere rispettato tale distanziamento minimo, anche sul cavo sottostante deve essere applicata la canaletta di cui sopra.

Quando almeno uno dei cavi è posto dentro appositi manufatti (es. tubazioni) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le precedenti prescrizioni. Condotta ENEL

L'incrocio tra cavi di energia e tubazioni metalliche (gasdotti, oleodotti, acquedotti, ecc.) non deve effettuarsi sulla proiezione di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse.

Non si devono normalmente avere giunti sul cavo di energia a distanza inferiore a 1.00 m dal punto di incrocio.

La minima distanza fra le generatrici dei cavi di energia e quelle delle tubazioni metalliche deve essere  $\geq 0.50$  m.

Tale distanza può essere ridotta ad un minimo di 0.30 m quando una delle 2 strutture che si incrociano è contenuta in un manufatto di protezione non metallico (es. calcestruzzo armato). Questa condizione è soddisfatta quando si applica al cavo la canaletta di protezione in vetroresina per cavi sotterranei.

Il manufatto non metallico deve essere prolungato per almeno 0.30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura.

La distanza sopra indicata può essere ulteriormente ridotta previo accordo fra gli Enti interessati, se il cavo e la tubazione sono entrambe contenute in manufatti di protezione non metallici.

Analoghe misure di protezione devono essere adottate nel caso in cui non sia possibile tenere l'incrocio a distanze  $\geq 1.00$  m da un giunto sul cavo.

- **TUBAZIONE ITALGAS**

Per l'incrocio ed i parallelismi tra cavi di energia metanodotti si fa riferimento al D.M. 24.11.1984 sulle "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0.8".

Relativamente a metanodotti di 1a, 2a e 3a specie ( $p \geq 5$  bar) nei casi di parallelismi di tubazioni per gas non drenate e linee in cavo interrato, la distanza minima fra le due superfici affacciate deve essere superiore alla profondità di posa adottata per la condotta di gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione.

Nel caso di sopra e sottopasso da parte di tubazioni non drenate di gas e cavi elettrici la istanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere  $\geq 1.50$  m.

Qualora non sia possibile osservare tale distanza, la condotta del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione prolungato da entrambi lati dell'incrocio per almeno 1.00 m nei sovrappassi e 3.00 m nei sottopassi, misurati a partire dalle tangenti verticali alle parti esterne della canalizzazione.

In ogni caso dovrà essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

- Per metanodotti di 4a e 5a specie ( $0.5 < p < 5$  bar) la distanza minima da garantire tra le superfici affacciate, sia nel caso di incroci che di parallelismi, deve essere  $\geq 0.50$  m

Qualora non sia possibile osservare tale distanza minima, la condotta del gas deve essere collocata entro un manufatto od altra tubazione di protezione, che in caso di incrocio deve essere prolungata da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno 1.00 m nei sovrappassi e 3.00 m nei sottopassi.

- Per condotte di metano di 6a e 7a specie ( $p \leq 0.5$  bar) si richiede che la distanza da mantenere fra i 2 elementi sia tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati.

Sia nel caso 1 che nel caso 2 l'onere delle disposizioni riportate è a carico dell'esercente le linee elettriche se la condotta del gas è preesistente.

### 3.4 CARATTERISTICHE PASSERELLA METALLICA

Nei casi in cui la posa di cavi di alimentazione elettrica all'interno delle gallerie artificiali non sia possibile sotto il marciapiedi, dietro il profilo redirettivo o all'interno del rivestimento, i cavi devono essere alloggiati entro apposite canaline o passerelle di caratteristica acciaio inox AISI 304L compreso gli accessori di ancoraggio, dado e controdado

#### 4 PROGETTO ILLUMINOTECNICO GALLERIA ARTIFICIALE

Per il dimensionamento dell'impianto di illuminazione della galleria oggetto di intervento è stata applicata la Norma Uni 11095, che, in termini generali, suddivide la sezione longitudinale di un tunnel in sei zone caratterizzate da differenti requisiti di luminanza, che tengono conto dello stato progressivo di adattamento dell'occhio. Tali zone sono le seguenti:

- **Zona di accesso:** Tratto di strada all'aperto immediatamente precedente la sezione di ingresso in galleria, di lunghezza pari alla distanza di arresto, lungo il quale il conducente di un veicolo deve essere in grado di riconoscere la presenza di un ostacolo all'interno della galleria. Il valore della luminanza di soglia ( $L_s$ ) nel tratto di accesso è di fondamentale importanza, poiché condiziona i livelli della curva di luminanza per tutta la sezione longitudinale della galleria;
- **Zona di entrata:** Tratto di lunghezza almeno pari alla distanza di arresto, costituita da una prima parte, pari a 0,5 volte la distanza di arresto, a luminanza media costante e da un secondo tratto a luminanza media trasversale decrescente linearmente fino al 40% circa del valore del primo tratto;
- **Zona di transizione:** Tratto interno della galleria successivo, lungo il quale i valori di luminanza media in una sezione trasversale della galleria vengono ridotti gradualmente, per consentire all'occhio del conducente di un veicolo di adattarsi ai livelli di luminanza più bassi della zona interna;
- **Zona interna:** Tratto interno successivo della galleria, lungo il quale devono essere forniti valori di luminanza media, tali da consentire il percorso della galleria in sicurezza;
- **Zona uscita:** Tratto interno della galleria dove, durante le ore diurne, e cioè quando la visibilità del conducente di un veicolo, che si accinge a uscire da una galleria, è influenzata dalla luce esterna, la luminanza della zona di uscita è uguale a quella della zona interna;
- **Zona immediatamente esterna:** La Norma Uni 11095 consiglia che in casi particolari (curve accentuate, restringimenti, biforcazioni, zone pericolose) anche la zona immediatamente esterna alla galleria sia illuminata fino ad una distanza, dalla sezione di uscita, pari a due volte la distanza di arresto, in modo che la luminanza media mantenuta della carreggiata  $L_s$  non sia minore di  $1/3$  della luminanza notturna dell'ultimo tratto di galleria.

Calcolato o misurato il valore di  $L_v$  (luminanza di velo) è possibile definire il valore di luminanza di soglia ( $L_s$ ), coincidente con il valore di partenza della curva di luminanza. Tale valore è fortemente legato alla tipologia ottica degli apparecchi utilizzati, essendo funzione del fattore di qualità del contrasto ( $q_C$ ) che differisce per i diversi sistemi di illuminazione.

I livelli di luminanza interni alla galleria presentano un andamento decrescente per consentire l'adattamento dell'occhio del conducente dagli elevati valori di luce naturale esterna, presenti nella zona di accesso, a valori ridotti di luce artificiale presenti nella zona interna.

L'andamento complessivo del valore di luminanza media  $L(x)$ , da garantire lungo l'intero percorso della galleria, rappresenta il principale obiettivo del progetto illuminotecnico.

L'impianto di illuminazione deve garantire i valori di luminanza rappresentati dalla curva di luminanza, sia sulla strada che sulle pareti, nel rispetto dei vincoli di qualità imposti dalla norma.

La norma nello specifico prescrive:

- luminanza delle pareti pari ad almeno il 60% della luminanza sulla strada
- uniformità (generale  $U_0 > 0.4$ , longitudinale  $U_l > 0.6$ )
- indice di abbagliamento ( $TI\% < 10\%$ ;  $TI < 15\%$ )
- coefficiente di qualità del contrasto  $q_C$  (rapporto tra luminanza del manto stradale e illuminamento verticale al centro di un ostacolo campione di dimensioni  $0.2 \times 0.2$  m) • assenza di sfarfallamento

L'illuminazione notturna non esige particolare attenzione e non è differente da quella di un normale impianto di illuminazione stradale; di notte sono prescritti valori di luminanza inferiori a quelli diurni. Per realizzare le condizioni richieste il sistema di illuminazione è generalmente costituito da due o tre impianti:

- 1) Impianto di rinforzo, spento di notte, che fornisce i livelli adeguati nella zona di soglia e transizione
- 2) Impianto di illuminazione permanente, esteso su tutta la lunghezza della galleria, che fornisce di giorno i livelli di luminanza adeguati nella zona interna e di notte i livelli di illuminazione notturna per l'intero sviluppo della galleria
- 3) Impianto di pre-uscita eventualmente presente, nel tratto finale del tunnel

Sull'impianto di rinforzo è bene inserire un sistema di regolazione del flusso luminoso, al fine di massimizzare il risparmio energetico e consentire l'adattamento del sistema di illuminazione alle condizioni ambientali.

Nel caso specifico i dati progettuali adottati per il dimensionamento degli impianti di illuminazione sono:

Descrizione	Dati
<b>Galleria Artificiale (prog. Iniziale tracciato 6+840)</b>	
Lunghezza	80 m
Classificazione della pavimentazione	C2
Velocità di progetto	120 Km/h
Distanza di arresto	245 m
Traffico giornaliero ( <i>valore ipotizzato</i> )	650
Traffico notturno ( <i>valore ipotizzato</i> )	170
Pendenza della carreggiata	0,3%
Fattore di manutenzione	60%
Coefficiente di qualità del contrasto	0,1; 0,2; 0,6
Incremento di soglia TI	10%-15%
Luminanza delle pareti (H=2 metri)	60%L carreggiata
Uniformità generale	0,4
Uniformità longitudinale	0,6

L'illuminazione della infrastruttura sarà realizzata con proiettori a LED di potenza adeguata per il circuito di illuminazione permanente, di rinforzo e di pre-uscita gestiti da regolatori di flusso trifase per l'ottimizzazione dei consumi e del rendimento luminoso.

Nello specifico sono stati utilizzati:

- N.180 Proiettori a LED da 394 W (55500 lm) per l'illuminazione di rinforzo.
- N. 28 Proiettori a LED da 74 W (10500 lm) per l'illuminazione permanente.

Nei calcoli eseguiti una volta definita la curva di luminanza da rispettare (vedi allegato) si è adottata la distribuzione indicata negli elaborati di progetto.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nella Relazione di calcolo allegata.

## 5 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

### 5.1 DATI DI PROGETTO

#### 5.1.1 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE

L'impianto di illuminazione artificiale fa capo ad un quadro di alimentazione, connesso alla rete del distributore di energia elettrica, ubicato all'interno di un manufatto in grado di ospitare anche il sistema di alimentazione in continuità costituito da UPS trifase (per l'alimentazione dell'illuminazione permanente) di potenza 5kVA ed autonomia di 30 min. sul carico di potenza asservito.

L'energia viene fornita, attraverso una fornitura in bassa tensione, al nuovo quadro elettrico, avente le seguenti caratteristiche:

- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 230/400 V • Impianto tipo TT
  - Potenza impegnata:
    - (Quadro QGBT) Galleria artificiale GA 05: **74,7kW**

#### 5.1.2 NATURA DEI CARICHI

I carichi elettrici sono costituiti principalmente dai proiettori a LED, la cui potenza singola, considerando anche il driver, è indicata negli elaborati grafici e nella relazione di calcolo.

#### 5.1.3 CONDIZIONI AMBIENTALI

Le opere sono realizzate sia in ambienti interni che in esterno.

### 5.2 UPS

L'UPS dovrà essere di tipo On Line a doppia conversione (VFI) con trasformatore in uscita all'inverter. Il carico viene sempre alimentato dall'inverter, che fornisce una tensione sinusoidale filtrata e stabilizzata, in tensione, forma e frequenza, inoltre, i filtri d'ingresso, di uscita e il trasformatore stesso, aumentano notevolmente la schermatura da disturbi di rete ed eventuali fulminazioni.

L'UPS dovrà essere compatibile con le installazioni industriali più critiche, e dovrà, prevedere almeno i seguenti blocchi:

- trasformatore d'isolamento sull'inverter,
- filtro in ingresso "CLEAN",
- elevata corrente di corto circuito,
- protezione BACK FEED contro i ritorni d'energia,
- Scheda con adattatore di rete e agente SNMP.

L'UPS dovrà alimentare il carico per periodi prolungati della **durata di 30 minuti**.

Il sistema dovrà fornire un'alimentazione filtrata, stabilizzata ed affidabile (tecnologia On Line a doppia conversione VFI secondo normativa EN50091-3) con filtri per la soppressione dei disturbi



atmosferici.

E' inoltre richiesto un doppio stadio di conversione, per il filtraggio e la stabilizzazione della tensione di ingresso, rigenerandola e depurandola dai disturbi di rete (sovratensioni, variazioni di frequenza e di tensione).

#### Protezione dal fulmine

Il sistema dovrà essere protetto da sovratensioni di tipo "atmosferico" e dovrà essere testato iniettando sulla tensione di ingresso, una sovratensione tipo rappresentativa del fulmine (fulmine, secondo normativa IEC 801-5) di 2 kV tra fase e terra, con un fronte di salita di 1,2  $\mu$ s e un fronte di discesa di 50  $\mu$ s, energia massima di 300 Joules. Controllo totale a microprocessore

Il sistema dovrà prevedere il controllo digitale dei blocchi di potenza, per migliorare l'affidabilità.

#### Protezione contro i ritorni di energia su rete

La macchina dovrà prevedere dispositivi per evitare che eventuali guasti sulla linea di by-pass provochino ritorni di energia dall'UPS verso la rete di alimentazione mettendo a rischio il personale di manutenzione.

Nel caso venga rilevata corrente di fuga su by-pass nel funzionamento da inverter, l'UPS dovrà interrompere in modo immediato ed automatico l'erogazione. Queste due protezioni combinate, dovranno permettere al personale tecnico dedicato, di operare sulla linea di alimentazione dell'UPS, senza pericolo.

#### Test batterie automatico

Un test batterie dovrà essere eseguito automaticamente dall'UPS per permettere la verifica periodica dell'efficienza delle batterie, e prevenire eventuali guasti alle stesse. Il test dovrà essere eseguito nella massima sicurezza per le utenze alimentate e non dovrà incidere né sulla vita delle batterie, né sull'autonomia.

#### Hold up time

Le batterie non dovranno intervenire, per interruzioni di rete contenute entro i 20 ms. Ciò significa che l'inverter continuerà ad alimentare il carico senza bisogno di attingere energia dalle batterie, per microinterruzioni.

#### Protezione contro la scarica profonda

Al fine di evitare la scarica a fondo delle batterie, la tensione di fine scarica delle batterie, dovrà variare, aumentando con la riduzione del carico.

#### Line Interactive

Sarà possibile selezionare la tecnologia Line Interactive (VI) per alimentare da rete, carichi poco sensibili, in alcuni periodi. La funzione dovrà essere programmabile da software o impostabile manualmente dall'UPS. In questa tipologia di funzionamento, il carico sarà alimentato da rete, se questa sarà presente entro certe tolleranze. By-pass manuale

Sull'UPS, dovrà essere previsto un dispositivo di by-pass manuale, che permetta le attività di manutenzione in massima sicurezza e sul posto. Il by-pass manuale, dovrà essere attivato senza discontinuità di alimentazione sul carico.

#### Ingombri

Al fine di ridurre gli ingombri, dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- controllo a microprocessore,
- tecnologia ad IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor),
- ventilazione: l'ingresso dell'aria dovrà essere frontale, l'uscita dal retro: questo eliminerà la necessità di predisporre uno spazio laterale alla macchina.
- by-pass manuale integrato.

### Rumorosità

Al fine di ridurre la rumorosità del sistema, si dovranno adottare gli accorgimenti seguenti:

- uso della tecnologia ad IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) ad alta frequenza
- ventilazione controllata e variabile col carico e con la temperatura interna Software di monitoraggio e shut down

Il sistema dovrà essere fornito con software relativo che garantisca un'efficace ed intuitiva gestione dell'UPS, visualizzando con grafici a barre tutte le più importanti informazioni quali tensione di ingresso, carico applicato, capacità delle batterie ecc.

Il software dovrà essere in grado di dare informazioni dettagliate anche in caso di guasto dell'UPS. A supporto della diagnosi del guasto il software dovrà essere sviluppato con un'architettura client/server che lo rende flessibile e facile da gestire; supporto multi lingua con help in linea.

Il software dovrà essere fornito gratuitamente, con l'UPS con agente SNMP incluso, per sistemi operativi Windows 2000, Me, XP, NT4.0, Novell, Linux, MacOS 9.x, OSX. Il Software dovrà permettere anche di programmare settimanalmente accensione e spegnimento dell'UPS, in modo automatico. Interfacce di comunicazione

Nell'UPS dovranno inoltre essere incluse le seguenti interfacce hardware :

- porta seriale RS232
- interfaccia contatti puliti
- scheda adattatore di rete e agente SNMP
- contatto ESD (Emergency Switching Device) per spegnimento UPS da pulsante remoto di emergenza.

### Ricarica compensata

Al fine di ottimizzare la vita delle batterie, la tensione di ricarica dovrà dipendere dalla temperatura: tanto più alta è la temperatura, tanto più bassa sarà la tensione di ricarica. By-Pass manuale esterno

Dovrà essere possibile collegare l'UPS ad un quadro di by-pass manuale esterno (sul display dell'UPS si dovrà poter leggere anche la segnalazione sullo stato del by-pass esterno)

### Diagnostica

Il sistema di diagnostica dovrà prevedere uno storico eventi con segnalazioni, stati, allarmi disponibili su display LCD standard multilingue.

Le informazioni disponibili dovranno permettere una diagnosi sull'apparecchiatura per eventuali problematiche legate al funzionamento della stessa o dell'ambiente di installazione (variazioni di rete, sovratempertura, sovraccarichi). Quadrante sinottico

La segnalazione dello stato di funzionamento dell'UPS dovrà essere fornita mediante:

- un display a cristalli liquidi "LCD" avente due righe di 40 caratteri
- quattro segnalatori luminosi:
  - "IN."            ingresso linee alimentazione e di by-pass
  - "OUT."        uscita inverter
  - "BY."         uscita linea di by-pass
  - "BATT."      ingresso batteria
- un segnalatore acustico .

### Display LCD

Sul display LCD del gruppo dovranno essere disponibili le informazioni in seguito riportate.

Misure:

- tensioni di ingresso
  - correnti di ingresso
  - frequenza di ingresso
  - tensione di batteria
  - corrente di batteria (carica e scarica)
  - tensione di by-pass
  - tensione di uscita
  - frequenza di uscita
  - correnti di uscita
  - potenza di uscita
  - correnti di picco di uscita (sistema monofase)
  - tensioni di ingresso by-pass
  - tensioni di uscita by-pass
  - ore di funzionamento su inverter
  - ore di funzionamento su by-pass
  - ore di funzionamento su batteria
  - numero di scariche complete
  - prima data di attivazione
  - temperatura del sistema
  - temperatura del raddrizzatore
  - temperatura inverter
  - tensione continua ingr. inverter
  - tensione alternata direttamente in uscita inverter
- Comandi:
- test batterie
  - contrasto display

Personalizzazione (accessibile con codice):

- stand by (solo UPS abilitati)
- tensione di uscita nominale
- batteria (tipo/capacità)
- auto / off
- tolleranza tensione su linea di by-pass
- tolleranza frequenza su linea di bypass
- preallarme fine scarica batterie
- modem (abilitazione alla risposta o alla chiamata), ove previsto
- numero telefonico da contattare via modem
- by-pass
- blocco totale
- esclusione allarme acustico Storico:
- messaggio allarme memorizzato: codici allarme contemporaneamente presenti
- numero di eventi contenuti in memoria: *anno / mese / giorno / ora / minuto / secondo dell'istante in cui è accaduto l'evento visualizzato.*

#### Segnalatori luminosi a LED.

I segnalatori luminosi a LED dovranno fornire una informazione rapida direttamente sullo schema sinottico del sistema.

- Tipologia **LED**:
- **LED IN (verde)** per linee in ingresso ad indicare:
  - quando le tensioni degli ingressi di alimentazione e di by-pass sono presenti e corrette;
  - quando una delle due tensioni non é corretta;
  - quando entrambi le tensioni non sono presenti o corrette.
- **OUT (verde)** per linea uscita inverter ad indicare:
  - quando l'uscita del sistema é commutata su inverter;
  - quando la potenza di uscita é corretta in quanto è minore del valore nominale;
  - quando è chiuso solo l'interruttore di uscita;
  - quando la potenza di uscita é maggiore al nominale, oppure é chiuso l'interruttore di bypass manuale;
  - quando la potenza di uscita del sistema é commutata su linea di by-pass automatico, oppure é aperto l'interruttore di uscita.
- **LED BY. (giallo)** per linea uscita by-pass automatico ad indicare:
  - quando l'uscita del sistema é commutata sulla linea di by-pass automatico;

- quando l'uscita del sistema é commutata sulla linea di by-pass automatico;
  - con la potenza di uscita maggiore al valore nominale, oppure quando é chiuso l'interruttore di by-pass manuale;
  - quando l'uscita del sistema é commutata su inverter oppure é commutata sulla linea di bypass e sono aperti entrambi gli interruttori di uscita e di by-pass manuale, oppure
  - quando è attivo il comando di BLOCCO TOTALE (EPO).
- LED **BATT. (giallo)**: linea di batteria ad indicare:
- quando la batteria é in erogazione;
  - quando é attivo il "PREALLARME, BASSA TENSIONE SU BATTERIA"
  - quando é attivo l'allarme BATTERIA SCARICA o Interruttore di Batteria APERTO
  - quando la batteria non é in erogazione e la sua tensione è corretta

### Segnalatore acustico

Il segnalatore acustico dovrà intervenire con suono intermittente, in tutte le **condizioni diverse** dal "FUNZIONAMENTO NORMALE" ovvero dalla condizione in cui sono accesi solo i due segnalatori verdi led **IN**. e led **OUT**.

### 5.3 REGOLATORI DI POTENZA

Al fine di garantire un risparmio energetico e una migliore efficienza dell'impianto di illuminazione in galleria si prevede l'utilizzo di regolatori di potenza avente le seguenti funzioni:

- Riduzione della potenza e del flusso luminoso delle lampade in funzione del ciclo pre impostato
- Accensione delle lampade dell'impianto a tensione ridotta in modo da limitare le correnti di spunto garantendo così una maggiore durata della vita delle stesse
- Stabilizzazione della tensione di alimentazione nei vari regimi di funzionamento definiti dall'utente con valori compresi tra 165 V e 240V.

Tutte le funzioni suddette sono gestite da un sistema di controllo a microprocessore dedicato, gestibile eventualmente da remoto tramite comunicazione seriale RS 485 o 232.

La variazione della tensione di alimentazione verso il carico deve verificarsi in modo simultaneo sulle tre fasi.

La variazione della tensione avviene in funzione del valore di luminosità rilevato all'esterno, tramite fotocellula posta all'ingresso della galleria, e tramutato in segnale analogico 4 – 20 mA da scheda a microprocessore.

Al valore massimo di luminosità corrisponde il valore massimo di corrente, 20 mA, e in uscita la massima tensione per garantire il massimo livello di illuminamento; analogamente al valore minimo di luminosità esterna corrisponde il valore minimo di corrente, 4 mA, con il valore minimo di tensione per un livello minimo di illuminamento in galleria.

In ogni momento il regolatore potrà essere acceso in forzatura ai valori massimi della potenza, spento o comandato secondo cicli predefiniti sia da locale che eventualmente da remoto. Il sistema di regolazione ha una funzione di allarme o anomalia che può essere trasmesso in remoto tramite porta seriale.



## 5.4 IMPIANTO ELETTRICO – SCELTE PROGETTUALI

### 5.4.1 SUDDIVISIONE DELL'IMPIANTO

Il numero ed il tipo dei circuiti necessari sono stati determinati sulla base dei seguenti punti:

- punti di consumo dell'energia richiesta;
- carico prevedibile nei diversi circuiti;
- natura dei carichi da alimentare;
- evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto;
- facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza;
- selettività di intervento delle protezioni.
- sezionamento di parti di impianto in modo tale da garantire, per brevi periodi, l'illuminazione anche ad un livello degradato (ad esempio in casi particolari si illuminano solo alcune zone).

### 5.4.2 SEZIONE DEI CONDUTTORI

La sezione dei conduttori è determinata in funzione:

- della loro massima temperatura di servizio;
- della caduta di tensione ammissibile;
- delle sollecitazioni elettromeccaniche alle quali i conduttori possono venire sottoposti;
- del valore massimo dell'impedenza che permetta di assicurare il funzionamento della protezione contro i cortocircuiti;
- della minima sezione commerciale disponibile.

#### 5.4.2.1 PORTATA DEI CAVI

La portata dei cavi è determinata considerando una temperatura ambiente di 30° nel caso di posa in tubazioni o cassette, mentre nel caso di cavi posati interrati la temperatura del terreno considerata è di 20°C.

Per i cavi isolati in PVC, la temperatura massima consentita è di 70°C, mentre per i cavi isolati in EPR la temperatura massima consentita è stata di 90°C.

Per il calcolo della sezione del conduttore si è determinata la corrente di impiego  $I_B$  che il cavo deve portare e da confronto con la portata effettiva  $I_Z$  del cavo stesso, ottenuta moltiplicando la portata nominale del cavo  $I'_Z$  per un coefficiente correttivo  $k_{tot}$  derivante da:

- tipo di installazione;
- influenza dei circuiti vicini;
- numero di strati;
- temperatura ambiente.

imponendo:

$$I_B = I'_Z * k_{tot}$$

si è assunto:

$$I_B \leq I_Z$$

#### 5.4.2.2 CADUTA DI TENSIONE AMMISSIBILE

La caduta di tensione è limitata entro il 4% anche se le armature a LED accettano cadute di tensioni superiori.

Il valore della caduta di tensione [V] è determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = k \cdot I_B \cdot L \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \sin\phi)$$

ed in percentuale

$$\Delta U\% = \Delta U / U_n \cdot 100$$

dove:

- $I_B$  è la corrente d'impiego nel conduttore [A];
- $k$  è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e  $\sqrt{3}$  nei sistemi trifase;
- $L$  è la lunghezza del conduttore [km];
- $r$  è la resistenza del conduttore [Ohm/km];
- $x$  è la reattanza del conduttore [Ohm/km];
- $U_n$  è la tensione nominale dell'impianto [V];
- $\cos\phi$  è il fattore di potenza del carico.

#### 5.4.2.3 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI

- La sezione di fase minima dei circuiti in c.a. è impostata a:
  - 16 mm<sup>2</sup> per cavi in Alluminio di circuiti di potenza;
  - 2,5 mm<sup>2</sup> per cavi in Cu di circuiti di potenza;
  - 0,5 mm<sup>2</sup> per cavi in Cu di circuiti di comando e di segnalazione;
  - Il conduttore di neutro presenta la stessa sezione dei conduttori di fase.

### 5.4.3 TIPI DI CONDUTTURE E RELATIVI MODI DI POSA

#### 5.4.3.1 SCELTA DEL TIPO DI CONDUTTURA E DI POSA

La scelta del tipo di conduttura e di posa è stata determinata da:

- natura dei luoghi;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone e ad animali;
- dalla tensione di impiego;
- dalle sollecitazioni termiche ed elettromeccaniche che si possono produrre in caso di cortocircuito;
- dalle altre sollecitazioni alle quali le condutture possano prevedibilmente venire sottoposte durante la realizzazione dell'impianto elettrico o in servizio;

- dalla facilità di realizzazione;

#### 5.4.3.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono determinate in base alla loro funzione, nello specifico:

- protezione dalle sovracorrenti (sovraccarichi, cortocircuiti);
- protezioni dalle correnti di guasto a terra;
- protezione dalle sovratensioni;
- protezione dagli abbassamenti o dalla mancanza di tensione;
- protezione dai contatti indiretti.

#### 5.4.3.3 INDIPENDENZA DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico è progettato in modo da escludere influenze mutue dannose tra lo stesso e le altre tipologie di impianto esistenti.

#### 5.4.3.4 ACCESSIBILITÀ DEI COMPONENTI ELETTRICI

I componenti elettrici sono previsti in posizioni tali da rendere agevole la loro installazione iniziale e la successiva eventuale sostituzione, nonché per permettere l'accessibilità per ragioni di funzionamento, verifica, manutenzione o riparazione.

#### 5.4.3.5 SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

I componenti elettrici indicati nella relazione di calcolo elettrico sono stati scelti in funzione:

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell'esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario e dell'eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;
- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;
- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

Tutte le apparecchiature indicate portano il marchio CE e IMQ, ove previsto. Il grado di protezione dei componenti è adeguato all'ambiente d'installazione.

#### 5.4.3.6 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione è realizzata adottando i seguenti accorgimenti:

- Tutti i proiettori previsti negli svincoli sono in Classe II (doppio isolamento) e, pertanto, non è prevista la messa a terra;
- Conduttori di protezione di adeguata sezione a tutte le utenze elettriche non previste in classe II;
- protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

#### 5.4.3.7 PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una linea è installato, a monte della

stessa, un organo di protezione di caratteristiche tali da soddisfare e seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z$$

dove:

- $I_b$  corrente di impiego
- $I_n$  corrente nominale della protezione
- $I_z$  portata della linea nelle determinate condizioni di posa
- $I_f$  corrente convenzionale di funzionamento

Le protezioni rispettano il legame tra  $I_f$  ed  $I_n$  stabilito dalle Norme CEI 17-5 e 23-3.

#### 5.4.3.8 PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature hanno potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto ove è installato il dispositivo.

È eseguita la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.

#### 5.4.3.9 PROTEZIONE CONTRO LE USTIONI

Le parti accessibili dei componenti elettrici a portata di mano sono tali da non raggiungere le temperature indicate nella seguente tabella.

Parti accessibili	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima [°C]
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugnatte	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

## 5.5 RELAZIONE DI CALCOLO

Per la relazione di calcolo elettrico fare riferimento all'elaborato dedicato.