




E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p><i>Dott. Geol. Roberto Salucci</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 633</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A3514</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p> <p>   Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p> <p><i>Ing. Matteo Bordugo</i> Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A</p>	<p>(Mandante)</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p><i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> ORDINE INGEGNERI ROMA N° 14035</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Francesco Pisani</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>(Mandante)</p>
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO</p> <p><i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>		

IMPIANTI TECNOLOGICI
Svincoli
Svincolo "Stadio"
Relazione specialistica impianti tecnologici

<p>CODICE PROGETTO</p> <p>PROGETTO LIV.PROG ANNO</p>	<p>NOME FILE</p> <p>T01IM01IMPRE01_B</p>	<p>REVISIONE</p>	<p>SCALA</p>
<p>DPFI508 D 23</p>	<p>CODICE ELAB. T 0 1 I M 0 1 I M P R E 0 1</p>	<p>B</p>	<p>-</p>
<p>D</p> <p>C</p>			
<p>B</p>	<p>Revisione a seguito istruttoria n°U.0016028.09-01-2024</p>	<p>Gennaio '24</p>	<p>Salvi</p>
<p>A</p>	<p>Emissione</p>	<p>Agosto 2023</p>	<p>Salvi</p>
<p>REV.</p>	<p>DESCRIZIONE</p>	<p>DATA</p>	<p>REDATTO</p>
<p>VERIFICATO</p>	<p>APPROVATO</p>	<p>Panfili</p>	<p>Panfili</p>
<p>Guiducci</p>	<p>Guiducci</p>		

INDICE

1. PREMESSA.....	2
1.1. CRITERI PROGETTUALI GENERALI	2
1.2. TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI	2
1.3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	3
2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI IMPIANTI.....	11
2.1. DISTRIBUZIONE PRIMARIA	11
2.2. CORRENTE DI CORTO CIRCUITO	11
2.3. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	11
2.4. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE.....	12
2.5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	13
2.6. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI	13
2.7. SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI	14
2.8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI.....	14
2.9. MATERIALI DA IMPIEGARE	14
3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE.....	15
3.1. PREMESSA	15
3.2. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO.....	15
3.3. TABELLA ESPLICATIVA CARICHI ELETTRICI PREVISTI.....	15
3.4. QUADRI ELETTRICI BASSA TENSIONE	16
3.5. APPARECCHIATURE PER QUADRI DI B.T.....	18
3.6. CANALIZZAZIONI PRINCIPALI.....	22
3.7. LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI	22
3.8. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA	23
3.9. IMPIANTO DI TERRA	23
3.10. TIPOLOGIA CORPI ILLUMINANTI.....	24
3.11. PROIETTORE SIMMETRICO PER ILLUMINAZIONE SOTTOPASSO	24
3.12. PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE	26
3.13. REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE.....	27

1. PREMESSA

Nell'intervento previsto nel presente progetto è indicata l'installazione di impianti tecnologici a servizio dello svincolo denominato Stadio che sarà installato all'interno della E78 Grosseto – Fano relativamente al completamento del tratto del Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45) – Palazzo del Pero.

1.1. CRITERI PROGETTUALI GENERALI

La complessità, la capillarità, l'eterogeneità, l'affidabilità, la stabilità, degli impianti tecnologici nelle varie situazioni operative richiedono un'attenta valutazione dei criteri guida da porre alla base della loro progettazione. Perciò, per quanto possibile, nel progetto si privilegeranno quelle configurazioni e quelle dotazioni impiantistiche che consentiranno, con maggior efficacia ed efficienza, il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- **manutenibilità:** l'omogeneità degli impianti a servizio dell'opera renderà di fatto la manutenzione semplice ed economica. Inoltre, la collocazione di gran parte delle apparecchiature consentirà di effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza;
- **selettività di impianto:** l'architettura che sarà prescelta, sarà caratterizzata da una elevata suddivisione circuitale e assicurerà che la parte di impianto che verrà messa fuori servizio in caso di guasto venga ridotta al minimo;
- **risparmio energetico:** l'adozione di regolatori di potenza a servizio degli impianti di illuminazione e l'installazione di corpi illuminanti a led consente di esercire tali impianti in modo ottimale, modificando i livelli di illuminamento in funzione della situazione esterna e dell'orario (giorno e notte) e riducendo i consumi elettrici nella gestione giornaliera degli impianti;
- **idoneo grado di confort per gli utenti,** sarà ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento dall'elevato valore di uniformità e dal colore della luce (LED).

1.2. TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti tecnologici previsti in questa sezione di progetto per ogni tratto stradale interessato sono i seguenti:

- Installazione di idonei interruttori automatici magnetotermici e differenziali all'interno degli armadi in vetroresina di tipo stradale al cui interno saranno alloggiati sia il contatore di fornitura dell'energia elettrica sia il quadro elettrico di distribuzione del tratto in oggetto;
- impianto di illuminazione tratto stradale relativo al tratto viario oggetto di intervento;
- predisposizione ed installazione di cavidotti per impianti di illuminazione.

Per quanto concerne le caratteristiche principali dei vari impianti sopra elencati si precisa quanto segue:

- alimentazioni elettriche principali: impianto illuminazione singolo tratto stradale da alimentare tramite l'installazione delle apparecchiature prima citate per l'alimentazione elettrica dei vari corpi illuminanti;
- Impianti di illuminazione eseguiti con armature tipo CUT-OFF per eliminare l'abbagliamento verso l'alto complete di lampade a tecnologia LED classe di isolamento II di potenza 100W per gli impianti di rotatoria e di potenza 127W per le rampe di accelerazione e decelerazione entrambi da installare su pali in acciaio zincato aventi altezza fuori terra pari a 10 metri f.t. completi di sbraccio avente lunghezza pari a 2,5m.
- Impianto di illuminazione permanente per sottovia ST.02 assimilato a galleria corta, composta dal solo sistema di illuminazione permanente tramite proiettore ad ottica simmetrica in disposizione bilaterale affacciata con interdistanza su ciascuna fila pari a 14 metri; la lampada utilizzata è da 30 W con tecnologia a LED con 4110 lumen di flusso luminoso e colore 4.000 °K.

1.3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici oggetto degli allestimenti dovranno essere realizzati e messi in esercizio in conformità e rispondenza alle vigenti disposizioni normative e legislative, con particolare riferimento a quelle di seguito elencate:

- D.P.R. N. 303 del 19 Marzo 1956 - "Norme generali per l'igiene del lavoro". (Ancora in vigore solo per l'art.64).
- D.P.R. n. 384 del 27 Aprile 1978 - Regolamento di attuazione dell'art. 27 della legge 30 Marzo 1971, n. 118 a favore dei mutilati e invalidi civili, in maniera di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- Decreto Legislativo n. 81 del 9 Aprile 2008 - "Attuazione dell'art. 1 della legge 3/8/07 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 e successive liste di norme armonizzate sui requisiti che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato negli impianti.
- Legge n. 186 del 1 Marzo 1968 - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici".
- Legge n. 46 del 5 Marzo 1990 - "Norme per la sicurezza degli impianti". (Ancora in vigore solo per gli articoli 8-14-16).
- D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008 - "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13 della legge n° 248 del 2 Dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001 - "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi".
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- D.M. 20 dicembre 2012 - Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
- Direttiva CEE n. 2004/54/CE - concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.

- Decreto Legislativo n. 264 del 05 Ottobre 2006 - “Attuazione della direttiva 2004/54/CE concernente le prescrizioni minime di sicurezza nelle gallerie stradali.

PROGETTAZIONE ATI:

- 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”.
- Norme CEI 11-4 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”.
- Norme CEI 11-4 - Edizione Quinta “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4;Ec - Class. CEI 11-4;Ec - CT 11/7 - “Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne”
- Norma It. CEI 11-4 - Class. CEI 11-4 - CT 11/7 - Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne”
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”.
- Norma It. CEI EN 60445 - Class. CEI 16-2 - CT 3/16 - “Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori”
- Norma CEI 16-3 CEI EN 60073 - “Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori”.
- Norma CEI 16-6 - “Codice di designazione dei colori”.
- Norma CEI 16-7 - “Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi”.
- Norma CEI 16-8 - “Marcatura delle apparecchiature elettriche con riferimento ai valori nominali relativi alla alimentazione elettriche. Prescrizioni di sicurezza”.
- Norma CEI 17-13/4 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt). Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)”.
- Norma CEI 17-44 - “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali”.
- Norma CEI 17-113 - “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
- Norma CEI 17-114 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
- Norma It. CEI 17-123 - Class. CEI 17-123 - CT 17 - “Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti Parte 2: Selettività in condizioni di sovracorrente”
- Norma CEI 20-14 e varianti - “Cavi isolati in polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV”.
- Norma CEI 20-19/1 - “Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore 450/750V. Parte 1: Prescrizioni Generali”.
- Norma CEI 20-20/1 - “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 20-22/0 - “Prove d'incendio su cavi elettrici. Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità”.
- Norma CEI 20-22/2 - “Prove di incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio”.
- Norma CEI 20-27 e varianti - “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”.
- Norma It. CEI EN 61238-1 - Class. CEI 20-73 - CT 20 - Edizione Prima “Connettori a compressione e meccanici per cavi di energia per tensioni nominali fino a 36 kV (Um = 42 kV) Parte 1: Prescrizioni e metodi di prova”

- Norma CEI 20-33 - “Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione Uo/U non superiore a 600/1.000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua”.
- Norma It. CEI EN 50393 - Class. CEI 20-63 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodi e prescrizioni di prova degli accessori per cavi elettrici da distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV (1,2) kV”
- Norma It. CEI 20-63;V1 - “Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV”
- Norma It. CEI EN 60332-1-1 - Class. CEI 20-35/1-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-1-2 - Class. CEI 20-35/1-2 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata”
- Norma It. CEI EN 60332-1-3 - Class. CEI 20-35/1-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 1-3: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la determinazione di particelle/gocce incandescenti”
- Norma It. CEI EN 60332-2-1 - Class. CEI 20-35/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura”
- Norma It. CEI EN 60332-2-2 - Class. CEI 20-35/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 2-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma diffusa”
- Norme CEI 20-36 - “Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- Norma It. CEI 20-36/1-1 - Class. CEI 20-36/1-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 11: Apparecchiatura di prova con solo fuoco a una temperatura della fiamma di almeno 750 °C”
- Norma It. CEI 20-36/2-1 - Class. CEI 20-36/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 21: Procedure e prescrizioni - Cavi con tensione nominale a 0,6/1kV”
- Norma It. CEI 20-36/2-3 - Class. CEI 20-36/2-3 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 23: Procedure e prescrizioni - Cavi elettrici per trasmissione dati”
- Norma It. CEI 20-36/2-5 - Class. CEI 20-36/2-5 - CT 20 - Edizione Prima “Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 25: Procedure e prescrizioni - Cavi a fibre ottiche”
- Norma It. CEI EN 50200 - Class. CEI 20-36/4-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”
- Norma It. CEI EN 50362 - Class. CEI 20-36/5-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni (con diametro esterno superiore a 20 mm) non protetti per l'uso in circuiti di emergenza”
- Norma It. CEI 20-37/0 - Class. CEI 20-37/0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 0: Generalità e scopo”

- Norma It. CEI EN 50267-1 - Class. CEI 20-37/2-0 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 1: Apparecchiatura di prova”
- Norma It. CEI EN 50267-2-1 - Class. CEI 20-37/2-1 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-1: Procedure di prova - Determinazione della quantità di acido alogenidrico gassoso”
- Norma It. CEI EN 50267-2-2 - Class. CEI 20-37/2-2 - CT 20 - Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-2: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei materiali mediante la misura del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 50267-2-3 - Class. CEI 20-37/2-3 - CT 20 - Edizione Prima: “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi. Parte 2-3: Procedura di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività”
- Norma It. CEI EN 61034-1 - Class. CEI 20-37/3-0 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova”
- Norma It. CEI EN 61034-2 - Class. CEI 20-37/3-1 - CT 20 - Edizione Seconda “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni”
- Norma It. CEI 20-37/4-0 - Class. CEI 20-37/4-0 - CT 20 - Edizione Prima. “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 4: Determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi”
- Norma It. CEI 20-37/6 - Class. CEI 20-37/6 - CT 20 - Edizione Seconda “Prove sui gas emessi durante la combustione di cavi elettrici e materiali dei cavi. Parte 6: Misura della densità del fumo emesso da materiali dei cavi sottoposti a combustione in condizioni definite. Metodo dei 300 grammi”
- Norma CEI 20-38 - “Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV”
- Norme CEI 20-38/1 - “Cavi isolati con gomma non propagante l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi – Parte 1: Tensione nominale U0/U non superiore a 0,6/1KV”.
- Norma CEI 20-38/2 - “Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 2: Tensione nominale U0/U superiore a 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-40 - Class. CEI 20-40 - CT 20 - Edizione Seconda “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V1 - Class. CEI 20-40;V1 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V2 - Class. CEI 20-40;V2 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma It. CEI 20-40;V3 - Class. CEI 20-40;V3 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”

- Norma It. CEI 20-40;V4 - Class. CEI 20-40;V4 - CT 20 - “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”
- Norma CEI 20-45 e variante - “Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV”.
- Norma It. CEI 20-105 - Class. CEI 20-105 - CT 20 - “Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio”
- Norma CEI 23-3/1 CEI EN 60898-1 e varianti - “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”.
- Norma CEI 23-12/1 e variante - “Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-26 CEI EN 60423 - “Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettatura per tubi e accessori.”.
- Norma CEI 23-39 - “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-42 CEI EN 61008-1 e varianti - “Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-44 CEI EN 61009-1 e variante - “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norme CEI 23-46 - “Sistema di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”.
- Norma CEI 23-46;V1 - “Sistema di canalizzazioni per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati; variante”.
- Norme CEI 23-49 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile”.
- Norma CEI 23-49;V1 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.
- Norma CEI 23-49;V2 - “Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile; variante”.
- Norma CEI 23-51 - “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 23-58 CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”.
- Norma CEI 23-76 CEI EN 61537 - “Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi - Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini”.
- Norma CEI 23-93 CEI EN 50085-2-1 - “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto”.

- Norma It. CEI EN 50085-2-2 - Class. CEI 23-104 - CT 23 - Edizione Prima “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento”
- Norma CEI EN 60598-1 Class. CEI 34-21 - “Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove”
- Norma CEI 34-22 CEI EN 60598-2-22 e varianti - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- Norma CEI 34-23 CEI EN 60598-2-1 - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale”.
- Norma CEI 34-33 CEI EN 60598-2-3 e variante - “Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale”.
- Norma CEI 44-5 CEI EN 60204-1 - “Sicurezza del macchinario. Equipaggiamento elettrico delle macchine. Parte 1: Regole generali”.
- Norma It. CEI EN 60204-1/A1 - Class. CEI 44-5;V1 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma It. CEI EN 60204-1/EC - Class. CEI 44-5;V2 - CT 44 - “Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Regole generali”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua”.
 - CEI 64-8/1 - “Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali”.
 - CEI 64-8/2 - “Parte 2: Definizioni”.
 - CEI 64-8/3 - “Parte 3: Caratteristiche generali”.
 - CEI 64-8/4 - “Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza”.
 - CEI 64-8/5 - “Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”.
 - CEI 64-8/6 - “Parte 6: Verifiche”.
 - CEI 64-8/7 - “Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari”.
- Norma It. CEI 64-12 - Class. CEI 64-12 - CT 64 - Edizione Seconda “Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”
- Norma CEI 64-14 - “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”.
- Norma CEI 70-1 CEI EN 60529 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”.
- Norma CEI 70-1;V1 CEI EN 60529/A1 - “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP), variante”.
- Norma CEI 81-3 - “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico”.
- Norma It. CEI EN 50164-1 - Class. CEI 81-5 - CT 81 - “Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione”
- Norma CEI 81-10/1 CEI EN 62305-1 -- “Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali”.
- Norma CEI 81-10/2 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio”.
- Norma CEI 81-10/3 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”.
- Norma CEI 81-10/4 CEI EN 62305-1 - “Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- Norma CEI 81-10 variante V1 - “Protezione contro i fulmini”

- Norma It. CEI EN 62305-3/A11 - Class. CEI 81-10/3;V1 - CT 81 - “Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”
- Norme UNI EN 12464-1 - “Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni”.
- Norma CEI UNEL 35024/1 ed errata corregge - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- Norma CEI UNEL 35024/2 - “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- Norma CEI UNEL 35026 - “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000V in corrente alternata e 1.500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”.
- Norme UNI 11095 Edizione Febbraio 2021: “Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie stradali”.
- Norme UNI 10439 - Illuminazione di strade a traffico motorizzato.
- Norma UNI 10819 – “Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale Edizione 2012 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale variante Edizione 2016 - “Selezione delle categorie illuminotecniche”.
- Norma UNI 11431 febbraio 2021 – “Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale parte II Edizione 2016 - “Requisiti prestazionali”.
- Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale parte III Edizione 2016 - “Calcolo delle prestazioni”.
- Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale parte IV Edizione 2016 - “Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”.
- Norme CEI UNEL 37118-72 - Tubi di PVC serie pesante;
- Circolare ANAS prot. n° 7735 - 8 Settembre 1999: Direttiva per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali.
- Linee Guida ANAS dicembre 2009: Direttiva per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali.
- Tabelle unificazione elettrica Unel.
- Disposizioni dell’Ente erogatore dell’energia elettrica (Enel).
- Disposizioni ISPESL.
- Disposizioni A.S.L.
- Disposizioni Comunali.
- Disposizioni comando Vigili del Fuoco (VVF)
- Varie ed eventuali

Al termine dei lavori la Ditta appaltatrice dovrà rilasciare la regolare Dichiarazione di conformità di quanto eseguito in ottemperanza a quanto disposto dall’art. 7 del D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008.

2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI IMPIANTI

2.1. DISTRIBUZIONE PRIMARIA

L'energia elettrica sarà fornita dall'Ente distributore mediante due consegne in bassa tensione separate con tensione 400V+N.

In riferimento alle tensioni nominali il sistema elettrico risulta pertanto essere di 1° categoria.

In riferimento al modo di collegamento a terra il sistema elettrico risulta essere del tipo TT.

2.2. CORRENTE DI CORTO CIRCUITO

Ai sensi della norma CEI 0-21, il valore della corrente di cortocircuito massima, da considerare per la scelta delle apparecchiature dell'Utente, è convenzionalmente assunto pari a:

- 6 kA per le forniture monofase;
- 10 kA per le forniture trifase per Utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 33 kW;
- 15 kA per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione superiore a 33 kW;
- 6 kA per la corrente di cortocircuito fase-neutro nelle forniture trifase.

In riferimento a quanto sopra, si inseriscono quindi in forma tabellare i valori delle correnti di corto circuito da assumere di riferimento in ingresso in corrispondenza del punto di fornitura di energia elettrica da parte del Distributore:

Norma CEI 0-21		
Correnti di cortocircuito nel punto di connessione		
Tipo di Fornitura BT	Corrente di cortocircuito trifase	Corrente di cortocircuito monofase
Monofase	-	6 kA
Trifase	Potenza disponibile <33 kW	10 kA
	Potenza disponibile >33 kW (non limitata)	15 kA

Nel nostro caso specifico, in presenza di consegna in bassa tensione di potenza contrattuale inferiore a 10 KW, la corrente di corto circuito presunta in ingresso a valle del punto di consegna è pari a 10 kA 400V e 6kA 230V; di conseguenza il potere di interruzione dei dispositivi presenti sui quadri elettrici nei vari rami di impianto dovrà essere coordinato con tale valore. I valori di corrente di corto circuito sui vari quadri risulta essere puntualmente indicato sia all'interno degli schemi dei quadri elettrici di distribuzione che nella relazione di calcolo elettrico.

Comunque, nel particolare la corrente di corto circuito simmetrica trifase presunta sulla barratura di ingresso del quadro generale è assunta pari a 10 kA 400V e 6kA 230V (Rif. Norma CEI 0-21).

2.3. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni e carcasse metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensioni esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA E SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

Per ogni impianto deve essere opportunamente previsto un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 11-1 e 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza; esso comprende:

- il dispersore (costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno) che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione, partente dal collettore di terra, e collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra) o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 6 mmq. Nei sistemi TN-S il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

COORDINAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA CON DISPOSITIVI DI INTERRUZIONE

Una volta eseguito l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti dovrà essere realizzata attuando il coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente dovrà essere osservata la seguente relazione:

$$R_t < 50/I_d$$

dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in amperes delle correnti differenziali nominali di intervento dei dispositivi posti a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

2.4. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1.45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle CEI 23-3 e CEI 17-5

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

La protezione deve essere assicurata sia per le correnti di corto circuito massimo sia per le correnti di corto circuito minimo:

$$I_{cc} \text{ (della linea)} < I_{cc} \text{ (dell'interruttore)}$$

Deve inoltre essere soddisfatta la relazione (Verifica dell'energia specifica passante):

$$I^2 t < K^2 S^2$$

Essendo:

- I = Corrente di corto circuito in valore efficace.
- t = Durata in secondi.
- s = Sezione del conduttore in mmq.
- k = Parametro pertinente il tipo di isolante del cavo impiegato.

2.5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X, inteso nel senso che il "dito di prova" non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere devono essere saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazioni delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

2.6. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

Gli ambienti oggetto di intervento non presentano caratteristiche tali da poter essere sottoposti ad una classificazione; trattandosi, comunque, di aree esterne viene richiesto un grado di protezione non inferiore ad IP55 e gli impianti di illuminazione dovranno essere eseguiti in classe II a totale isolamento.

2.7. SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI

I componenti elettrici saranno scelti in base alle caratteristiche ambientali, di uso e di manutenzione.

In particolare quelli che nel funzionamento ordinario possono produrre archi o scintille verranno racchiusi in contenitori di materiale resistente agli archi e alle scintille; se questi saranno di materiale isolante, verranno scelti con caratteristiche di autoestinguenza e di attitudine a non innescare incendi (prova del filo incandescente) certificate dal Costruttore. Per i cavi di alimentazione e le cassette di derivazione inerenti agli impianti di emergenza e sicurezza dovranno essere del tipo resistente al fuoco per garantire funzionamento di 180 minuti a 850°C secondo norma EN 50362

Verranno scelte apparecchiature e componenti muniti di Marchio Italiano di Qualità od altro marchio riconosciuto o certificate rispondenti alle relative norme specifiche.

2.8. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI COMPONENTI ELETTRICI

Il dimensionamento di apparecchiature e organi di protezione è stato effettuato, in accordo con le Norme relative, seguendo le indicazioni del Costruttore e in funzione delle caratteristiche e potenzialità delle utenze da alimentare.

Le tubazioni e i contenitori in genere, atti a contenere il materiale elettrico, sono previsti con dimensioni tali da permettere tutte le operazioni di posa e di manutenzione in sicurezza, e con un margine di riserva per modifiche future.

La protezione delle linee e delle apparecchiature contro i sovraccarichi e i cortocircuiti sarà assicurata scegliendo interruttori magnetotermici con caratteristiche adeguate, in accordo con la norma CEI 64-8 cap. 43.

Particolare attenzione sarà posta nella scelta di apparecchiature e componenti ai fini di ridurre la possibilità che gli stessi siano causa di incendio.

Tutti gli apparecchi di protezione verranno scelti in modo che l'energia specifica lasciata passare (I_2t) sia inferiore a quella delle linee e delle apparecchiature da proteggere.

Tutte le linee elettriche presenti nel presente intervento sono state dimensionate e verificate in modo che dai punti di consegna fino all'utilizzatore più lontano il valore della caduta di tensione non supera mai il 4%; fanno eccezione le linee elettriche di alimentazione dell'illuminazione esterna (svincoli) dove la caduta di tensione è sempre contenuta entro il 5% complessivo.

2.9. MATERIALI DA IMPIEGARE

Tutti i materiali, apparecchiature e componenti soddisferanno i requisiti di sicurezza e qualità degli Enti autorizzati dallo Stato quali:

- Istituto Italiano per il Marchio di Qualità (IMQ)
- Centro Sperimentale Italiano (CESI).
- altri Enti ed Istituti espressamente considerati come equivalenti dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)

3. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

3.1. PREMESSA

La norma UNI 11248 individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche che competono alla zona classificata;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni per definire i requisiti fotometrici e valori illuminotecnici richiesti dalla norma UNI EN 13201-2 / 2016;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi della norma UNI EN 13201-3 e UNI EN 13201-4 / 2016;

La norma UNI EN 13201-2 definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti di illuminazione per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

La norma UNI 10819 prescrive i requisiti degli impianti di illuminazione esterna per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale. Essa però non considera la limitazione della luminanza notturna del cielo dovuta alla riflessione delle superfici illuminate o particolari condizioni locali, quali l'inquinamento luminoso.

3.2. DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO

Per l'individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso si ricorre al prospetto 1 della norma UNI 11248 novembre 2016 che riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore da sottoporre all'analisi di rischi per verificare se è possibile declassare la categoria oppure no. La classificazione della strada e la portata massima in veicoli/ora deve essere comunicata ai fini del progetto illuminotecnico dal committente o gestore della strada.

L'analisi dei rischi consiste invece nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, nonché e non ultimo, l'impatto ambientale.

In base ai dati forniti, tutto il tratto interessato dal presente progetto è classificabile, a seguito della valutazione dell'analisi dei rischi, alla categoria M2/C2; i parametri di definizione della categoria e la conseguente verifica dell'analisi dei rischi è riportata all'interno dell'elaborato dedicato ai calcoli illuminotecnici.

3.3. TABELLA ESPLICATIVA CARICHI ELETTRICI PREVISTI

Nel presente capitolo intendiamo soffermarci sui carichi elettrici previsti all'interno dei vari impianti in modo da rendere evidente la congruità delle apparecchiature principali scelte in relazione ai carichi elettrici complessivi nonché per il dimensionamento dell'energia elettrica necessaria per il corretto funzionamento di tutti gli impianti, specificando al contempo che i risultati dei calcoli elettrici sono esposti all'interno dell'apposita relazione.

Andremo, pertanto, nel seguito ad elencare le tipologie ed il dimensionamento delle varie utenze elettriche alimentate precisando che i carichi esposti nelle tabelle sottostanti sono stati trattati con coefficiente di contemporaneità ed utilizzazione pari a 1 sia a livello di sommatoria generale che a livello di calcolo elettrico.

In base a quanto fin qui esposto, i carichi elettrici previsti sono i seguenti:

QUADRO QIP1	
CARICHI ELETTRICI PREVISTI	
Circuito 1 illuminazione	0,81KW
Circuito 2 illuminazione	0,75KW
Circuito 3 illuminazione	2,16KW
Circuito 4 illuminazione	3,43KW
Altri carichi	0,20KW
TOTALE CARICHI	7,35KW

QUADRO QIP2	
CARICHI ELETTRICI PREVISTI	
Circuito 1 illuminazione	0,50KW
Circuito 2 illuminazione	0,68KW
Circuito 3 illuminazione	1,40KW
Circuito 4 illuminazione	2,54KW
Circuito 5 illuminazione	0,36KW
Altri carichi	0,20KW
TOTALE CARICHI	5,68KW

3.4. QUADRI ELETTRICI BASSA TENSIONE

I quadri di BT dovranno essere conformi alla norma CEI 61439-1 relativa alle “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione”, la quale specifica sia il tipo di protezione contro i contatti elettrici diretti e indiretti sia gli interblocchi da prevedere per garantire un corretto utilizzo e funzionamento.

Tutti i quadri sono installati all'interno di armadi di tipo stradale in vetroresina; detti armadi hanno una sezione dedicata all'alloggiamento del contatore di misura dell'Ente erogatore ed un'altra dove è installato il quadro elettrico di protezione e comando del tratto stradale interessato.

Le linee di alimentazione BT del quadro generale provengono da tubazioni in PVC interrato mentre le linee di alimentazione in uscita verso le varie utenze sono in entro cavidotti interrati.

I quadri e le apparecchiature di BT sono progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) in vigore ed in particolare le seguenti:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)
- CEI EN 62262

riguardanti l'assieme di quadri prefabbricati AS.

Il quadro di BT dovrà essere adatto all'installazione in ambienti con temperatura ambiente - 5÷+40°C, umidità relativa 95% massima ed altitudine massima di 1000 metri s.l.m..

Il quadro dovrà essere fabbricato seguendo un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN ISO 9001.

Il quadro posto nell'armadio stradale esterno contenente anche il contatore ENEL, è il quadro a monte di tutti gli impianti elettrici ed è destinato a contenere le varie apparecchiature a protezione e comando dei vari punti luce presenti nel tratto di viabilità interessato ed i relativi accessori di misura e comando.

Il quadro elettrico possiede le seguenti caratteristiche elettriche:

Tensione isolamento fino a:	690V
Tensione esercizio fino a:	400V
Numero delle fasi:	3F+N
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi:	1kV
Frequenza nominale:	50Hz
Corrente nominale sbarre principali:	fino a 63A
Corrente nominale sbarre di derivazione:	fino a 63A
Corrente nominale ammissibile di breve durata:	10kA
Corrente nominale ammissibile di picco:	15kA
Durata nominale del corto circuito simmetrico:	1"
Grado di protezione sul fronte	fino a IP55
Grado di protezione a porta aperta	almeno IP20
Forma di segregazione	max 2
Tenuta meccanica	min IK07

Il quadro è composto da unità modulari aventi accessibilità dal fronte e le seguenti dimensioni di ingombro massime:

Larghezza:	almeno 600mm
Profondità:	almeno 250mm
Altezza:	almeno 1200mm

L'involucro del quadro, predisposto per installazione a parete, è in metallo con portella trasparente e sarà installato all'interno di armadio in vetroresina di tipo stradale che sarà alloggiato nel punto indicato all'interno degli elaborati grafici. L'ingresso e l'uscita delle linee elettriche potrà avvenire dal basso mediante l'impiego di giunti stringitubo di diametro adeguato, in grado di assicurare il ripristino dello stesso grado di protezione dell'involucro.

Il quadro dovrà avere una resistenza agli urti adeguata al luogo di installazione, il riferimento per questo valore è l'indice IK definito nella norma CEI EN 50102, non è inferiore ad IK07 per i contenitori installati in ambienti ove non sussistano condizioni di rischio di shock, IK08 ove i rischi comportino eventuali danni agli apparecchi ed IK10 negli ambienti ove vi siano probabilità di urti importanti.

Il quadro è chiuso su ogni lato con pannelli asportabili a mezzo di viti. Il grado di protezione, in funzione del luogo di installazione, è, come indicato nella norma CEI 64-8:

- al massimo IP20 per gli ambienti normali
- almeno IP40 per ambienti ad usi speciali (ove specificato)

In ogni caso, per evitare l'accesso agli organi di manovra di personale non qualificato, è prevista una porta frontale dotata di serratura a chiave.

La porta trasparente è dotata di un cristallo di tipo temperato .

Tutti i componenti elettrici sono facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

3.5. APPARECCHIATURE PER QUADRI DI B.T.

Tutte le apparecchiature sono fissate su guide modulari. Gli strumenti e lampade di segnalazione sono montati sui pannelli frontali. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura è contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Tutte le parti metalliche del quadro sono collegate a terra in conformità a quanto prescritto dalla citata norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113).

Per quanto riguarda la struttura, è utilizzata viteria antiossidante con rondelle auto graffianti al momento dell'assemblaggio; i sistemi di fissaggio per le piastre frontali comportano una adeguata asportazione del rivestimento isolante.

Per garantire un'efficace tenuta alla corrosione ed una buona tenuta della tinta nel tempo per un gradevole effetto estetico, la struttura ed i pannelli laterali sono opportunamente trattati e verniciati. Ciò è ottenuto mediante un trattamento chimico per fosfatazione delle lamiere seguito da una protezione per cataforesi. Le lamiere trattate sono poi verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri di colore RAL9001 (od altro richiesto dal Committente) liscio e semilucido con spessore medio di almeno 60micron.

Le sbarre ed i conduttori sono dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre orizzontali sono in rame elettrolitico di sezione rettangolare piene, fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine in grado di ricevere un massimo di 2 sbarre per fase e disposte in modo da permettere eventuali modifiche future. Sono utilizzate sbarre di spessore 5 o 10mm, in numero e sezione adeguati alla In.

Sono utilizzati sistemi sbarre compatti ed interamente isolati nel caso di posizionamento sul fondo, per installazione in canalina laterale sono utilizzati sistemi tradizionali.

L'interasse tra le fasi e la distanza tra i supporti sbarre sono regolamentati dal costruttore in base alle prove effettuate presso laboratori qualificati, i cui risultati sono riportati a catalogo.

I collegamenti tra sistemi sbarre orizzontali e verticali sono realizzati mediante connettori standard forniti dal costruttore.

Le sbarre principali sono predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Nel caso di installazione di sbarre di piatto, queste ultime sono declassate del 20% rispetto alla loro portata nominale.

Sono previste delle protezioni interne, aventi grado di protezione IP2X o IPXXB atte ad evitare contatti diretti con il sistema sbarre principale

Per correnti fino a 100A gli interruttori sono alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso; se garantita dal costruttore, è ammessa l'alimentazione da valle delle apparecchiature.

Tutti i cavi di potenza, superiori a 50mm², entranti o uscenti dal quadro possono non avere interposizione di morsettiere; si attestano direttamente ai morsetti degli interruttori, che devono essere quindi provvisti di appositi coprimerse. L'amarraggio dei cavi avviene su specifici accessori di fissaggio

Le sbarre sono identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza, così come le corde, equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori (anche ausiliari) si attestano a morsettiere componibili su guida, con diaframmi ove necessario, che sono adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6mm².

È garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che sono pertanto concentrate sul fronte dello scomparto.

Per facilitare la manutenzione, tutte le piastre frontali sono montate su un telaio incernierato.

Le distanze tra i dispositivi e le eventuali separazioni interne impediscono che interruzioni di elevate correnti di corto circuito od avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

In ogni caso sono garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici sono contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi. Salvo diversa indicazione, è previsto uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Il conduttore di protezione è in barra di rame, dimensionata per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto. Per un calcolo preciso della sezione adatta è necessario fare riferimento al paragrafo 7.4.3.1.7 della già citata norma CEI 17-113/1.

I collegamenti ausiliari sono in conduttore flessibile con isolamento almeno 3kV con le seguenti sezioni minime: 4mm² per i T.A., 2,5mm² per i circuiti di comando, 1,5mm² per i circuiti di segnalazione e T.V..

Ogni conduttore è completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Sono identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati. Sono previsti al massimo due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo a vite per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori sono riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentono un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

Si utilizzano dove possibile accessori di cablaggio per gli interruttori modulari, per gli interruttori scatolati, ecc.. La circolazione dei cavi di potenza e/o ausiliari avviene all'interno di apposite canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto. L'accesso alle condutture è possibile anche dal fronte del quadro, mediante l'asportazione delle lamiere di copertura delle apparecchiature.

In ogni caso le linee si attestano alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione.

Le morsettiere non sostengono il peso dei cavi, ma gli stessi sono ancorati ove necessario a specifici profilati di fissaggio.

Per i collegamenti degli apparecchi all'interno della canalina laterale sono utilizzati appositi accessori prefabbricati.

Le prove di collaudo sono eseguite secondo le modalità della norma CEI EN 61439.1. Inoltre il fornitore fornisce i certificati delle prove di tipo, previste dalla norma CEI EN 61439.1 effettuate dal costruttore sui prototipi del quadro.

Le apparecchiature modulari di comando e segnalazione sono conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60898 norma per apparecchi domestici
- CEI EN 61009 norma per apparecchi domestici
- CEI EN 60947-1/2 norma per apparecchi industriali

- Marchio di qualità IMQ per interruttori magnetotermici con I_n fino a 40 A e per interruttori magnetotermici differenziali con I_n fino a 40 A e $I_{\Delta n} = 30, 300, 500$ mA
- Interruttori non automatici: CEI EN 60669-1 (norma per apparecchi domestici) e CEI EN 60947-2 (norma per apparecchi industriali)
- Interruttori non automatici a sgancio libero: CEI EN 60947-3 norma per apparecchi industriali
- Commutatori a leva: CEI EN 60669-1 norma per apparecchi domestici, CEI EN 60947-5-1 norma per apparecchi industriali
- Commutatori rotativi: CEI EN 60947-3 norma per apparecchi industriali
- Pulsanti: CEI EN 60669-1 norma per apparecchi domestici
- Spie di segnalazione: CEI EN 60947-5-1 norma per apparecchi industriali
- Trasformatori per suoneria e di sicurezza: CEI 14-6, EN 60742
- Presa di corrente: CEI 23-5
- Tropicalizzazione apparecchi: esecuzione T2 secondo norma IEC 68-2-30 (umidità relativa 95% a 55° C).

Gli interruttori automatici (e non) modulari rispondono agli standard più elevati ed alle norme di riferimento CEI EN 60669-1 (fino a 63A) e CEI EN 60947-3 (da 40A a 125A).

Le loro caratteristiche principali sono le seguenti:

- Corrente nominale (I_n) da 6 a 125A per una temperatura ambiente media di 35°C
- Numero di poli: da 1 a 4
- Tensione di isolamento (U_i): 500V, 690V
- Tensione nominale di funzionamento (U_e): 250V, 415V, 500V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Tensione di tenuta ad impulso (U_{imp}): 6kV, 8kV
- Corrente di breve durata ammissibile per 1 secondo: 20 I_n
- Grado di protezione almeno IP20 ai morsetti, almeno IP40 sul fronte dell'interruttore

Le caratteristiche di intervento degli interruttori automatici sono le seguenti:

- curva B intervento magnetico $3 \div 5 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,13 I_n - I_f = 1, 45 I_n$
- curva C intervento magnetico $5 \div 10 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,13 I_n - I_f = 1, 45 I_n$

Sono dotati di chiusura rapida con manovra indipendente e le singole fasi degli interruttori multipolari sono separate tra loro attraverso un diaframma isolante.

Gli interruttori automatici (e non) modulari hanno un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN o a doppio profilo.

I morsetti sono dotati di un dispositivo di sicurezza, che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito; inoltre l'interno dei morsetti è zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta. Le viti saranno serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio, sia a croce. Per correnti nominali fino a 32A è possibile collegare cavi di sezione fino a 10mm², per correnti nominali da 40 a 125A cavi di sezione fino a 35-50mm².

La dimensione dei poli degli interruttori automatici (e non) è uniformata alle seguenti taglie:

- 1 – 2,5 modulo da 18 mm per le correnti nominali fino a 32 A (versioni 1P e 2P)
- 2 – 4,5 moduli da 18 mm per le correnti nominali fino a 32 A (versioni 3P e 4P)
- 1 – 4,5 – 6 moduli da 18 mm per le correnti nominali da 40 a 125 A.

Gli interruttori automatici (e non) sono alimentati indifferentemente da monte o da valle senza alterazione delle caratteristiche elettriche.

La protezione differenziale è realizzata per accoppiamento di blocchi associabili. Le correnti di intervento differenziale sono scelte:

- tipo istantaneo $I\Delta n$: 0,03 - 0,3 – 0,5A
- tipo selettivo $I\Delta n$: 0,3 - 1 A

I blocchi differenziali associabili sono protetti contro gli scatti intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 μ s). Sensibilità alla forma d'onda tipo AC per correnti di guasto di tipo alternato sinusoidale differenziale

Gli interruttori sono dotati di visualizzazione meccanica dell'avvenuto sgancio dalla posizione della leva di manovra, mentre l'intervento per differenziale è visualizzato sul fronte del blocco associato. Gli interruttori non automatici modulari a sgancio libero hanno un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN o a doppio profilo.

I morsetti sono dotati di un dispositivo di sicurezza in plastica, che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito; inoltre l'interno dei morsetti è zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta. Le viti saranno serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio che a croce. Ai morsetti è possibile collegare cavi fino a 70mm².

Gli interruttori automatici (e non) potranno essere dotati in aggiunta di ausiliari elettrici:

- contatti di segnalazione
- contatti ausiliari singoli e doppi
- contatti di segnalazione guasto
- contatto di segnalazione di intervento per guasto differenziale
- sganciatori di minima tensione
- ausiliario per riarmo automatico telecomando

L'accoppiamento meccanico degli ausiliari elettrici è a pressione e senza l'uso di utensili.

Gli interruttori sono accessoriati di coprimerse o copriviti che assicurano un grado di protezione superiore ad IP20.

I pulsanti e le lampade di segnalazione rispondono agli standard più elevati e rispettivamente alle norme di riferimento CEI EN 60669-1 e CEI EN 60947-5-1. Hanno un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN o a doppio profilo.

I pulsanti sono forniti completi di spia di segnalazione tipo LED a 230V o 12÷48V; i tasti dei pulsanti sono di colore grigio, ma sono ammessi tasti di differente colorazione sul pulsante con funzione di "marcia/arresto" (tasto verde + tasto rosso) su richiesta. Le lampade di segnalazione sono fornite complete di spia di segnalazione tipo LED a 230V o 12÷48V e di diffusore colorato (rosso, verde, giallo, blu o bianco). Possono realizzare funzioni particolari quali: spia lampeggiante (LED rosso 230V) oppure doppia spia di segnalazione in un modulo (LED rosso + verde 230V). Per entrambe le apparecchiature è possibile sostituire LED o diffusori.

Le apparecchiature di misura modulari sono conformi alle seguenti normative:

- Strumenti di misura multifunzioni: CEI EN 61010
- Trasformatori di corrente: CEI 38-1, IEC 44-1

I morsetti sono dotati di un dispositivo di sicurezza, che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito; inoltre l'interno dei morsetti è zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta. Le viti potranno essere serrate con utensili dotati di parte terminale sia a taglio che a croce. È possibile collegare cavi di sezione fino a 6mm².

3.6. CANALIZZAZIONI PRINCIPALI

Le canalizzazioni di adduzione principale saranno così realizzate:

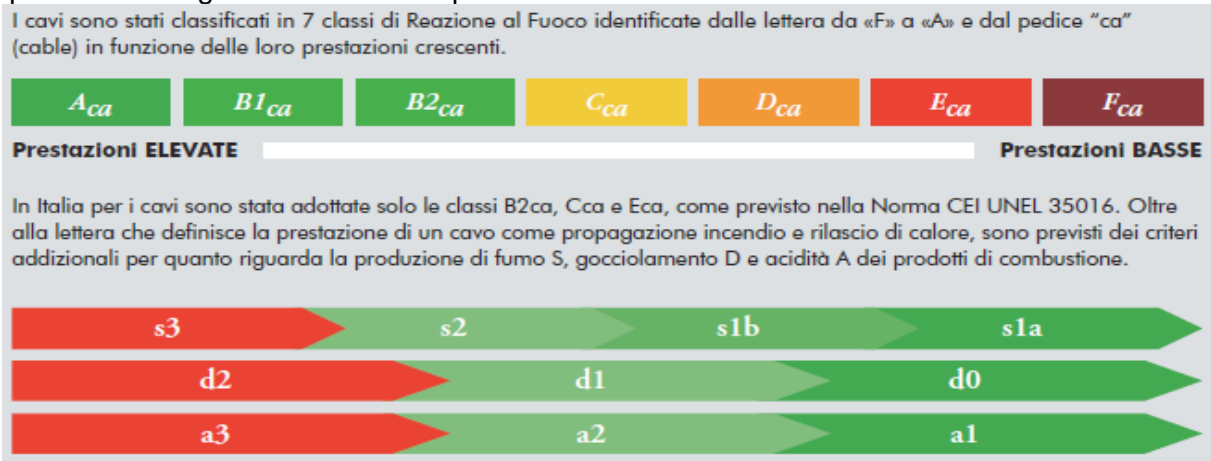
- con cavidotti corrugati a doppia parete di idoneo diametro ad alto grado di schiacciamento del tipo interrato a profondità maggiore di 60cm rinfiancati con strato di calcestruzzo nei tratti compresi nelle zone di non passaggio autovetture;
- con cavidotti corrugati a doppia parete di idoneo diametro ad alto grado di schiacciamento del tipo interrato a profondità non inferiore di 125mm rinfiancati con strato di calcestruzzo nei tratti di attraversamento di sedi stradali o di aree comprese nelle zone di passaggio autovetture.
- con canalette del tipo traforato in acciaio INOX AISI 304 spessore 10/10mm complete di accessori di montaggio e fissaggio come vie cavi per le alimentazioni delle utenze dall'alto nel tratto del sottopasso

3.7. LINEE DI COLLEGAMENTO MONTANTI E DORSALI


Il decreto legislativo n° 106 del 16/06/2017 [adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni della direttiva BT 2014/35/UE- 2011/65/EU (RoHS 2) e Regolamento CPR UE 305/11] pubblicato sulla G.U. n° 159 del 10/07/2017, entrato in vigore il 09/08/2017, prevede che la scelta del cavo da installare venga effettuata in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione. La nuova normativa CEI 64-8 variante V4 del 01/06/2017, che aggiorna gli articoli 527.1, 751.04.2.8 e 751.04.3, specifica chiaramente che tipologia di cavi si deve adottare.

In relazione a quanto indicato nelle tabelle, gli impianti previsti nel presente intervento presentano livello di rischio basso.

Si riporta ora di seguito una tabella esplicativa inerente la classificazione delle varie condutture:



Più precisamente, la suddivisione dei vari conduttori può essere riassunta dalla sotto riportata tabella:

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI			
		PROVE AL FUOCO (1)	FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)
	B2 _{ca} - s1a, d1, a1	B2 _{ca}	s1a	d1	a1
		FS <= 1,5m THR1200s <= 15 MJ Picco HRR <= 30 kW FIGRA <= 150 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR <= 0,25 m ² /s trasmissione >= 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C _{ca} - s1b, d1, a1	C _{ca}	s1b	d1	a1
		FS <= 2,0m THR1200s <= 30 MJ Picco HRR <= 60 kW FIGRA <= 300 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR <= 0,25 m ² /s trasmissione >= 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 μS/mm e pH > 4,3
	C _{ca} - s3, d1, a3	C _{ca}	s3	d1	a3
		FS <= 2,0m THR1200s <= 30 MJ Picco HRR <= 60 kW FIGRA <= 300 Ws ⁻¹ H <= 425mm	no s1 o s2	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	no a1 o a2
	E _{ca}	E _{ca}	-	-	-
		H <= 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti

Precisato quanto sopra, le linee di collegamento montanti e dorsali previste saranno le seguenti:

- le alimentazioni degli impianti di illuminazione del tratto stradale interessato dal presente progetto saranno previste in cavo tipo ARG16(O)R16 0,6/1kV in alluminio, classificazione Cca s3, d1, a3 rispondente alle Norme CEI 20-13 di sezione adeguata (e descritta più dettagliatamente in altri documenti facenti parte del presente progetto).
- le alimentazioni all'interno del sottopasso saranno previste in cavo tipo FG18(O)M16 0,6/1kV classificazione B2ca s1a, d1, a1 rispondente alle Norme CEI 20-13 di adeguata sezione;

3.8. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI ELETTRICI DI POTENZA

Nel caso specifico, per dimensionamento dell'impianto elettrico di potenza si intende il dimensionamento delle apparecchiature principali.

La scelta della loro taglia deriva dalla valutazione dei carichi da alimentare che si riassumono negli schemi elettrici di potenza.

3.9. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra sarà costituito da n.2 profilati a croce di ferro zincato di lunghezza pari a 2 metri da infiggere nel terreno in prossimità del punto di installazione del quadro elettrico.

Detti dispersori saranno collegati tra di loro in parallelo con una treccia di rame nuda che sarà interconnessa con la morsettiera di terra presente all'interno del quadro alla quale andranno collegati anche tutti gli eventuali conduttori di terra delle linee elettriche di alimentazione in uscita dal quadro (considerando il fatto che tutti gli impianti di illuminazione compresi all'interno del presente intervento saranno eseguiti in classe II).

3.10. TIPOLOGIA CORPI ILLUMINANTI

I corpi illuminanti per illuminazione delle viabilità stradali saranno comandati da interruttore crepuscolare garantendone il solo funzionamento notturno così da poter contenere i consumi energetici giornalieri (in accordo con la legge regionale nell'ambito del contenimento consumi energetici per l'illuminazione esterna); inoltre tutto il sistema di illuminazione sarà controllato, per ogni singolo circuito in uscita dai relativi quadri elettrici di distribuzione, da centraline funzionanti in modalità wireless in grado di regolare automaticamente il flusso dei vari apparecchi in relazione al livello di luminanza naturale presente durante il funzionamento dei corpi illuminanti garantendo, anche in questo caso, un minor consumo energetico e, di conseguenza, un risparmio sui costi di gestione.

Tutti i corpi illuminanti dovranno essere provvisti di driver con profilo di riconoscimento in grado di colloquiare con la centrale per permettere la modulazione del flusso luminoso in relazione alle condizioni ambientali durante il periodo di accensione dei corpi illuminanti.

Gli impianti saranno costituiti da armature stradali a tecnologia LED di varia potenza; le caratteristiche principali dovranno essere le seguenti:

- Apparecchio di illuminazione con ottica stradale a luce diretta
- corpo in pressofusione di alluminio verniciato;
- vetro di chiusura;
- potenza della lampada variabile da 100 a 127W;
- intensità luminosa da 12698 a 15710 lm;
- classe di isolamento II;
- grado di protezione IP66;
- fattore di potenza 0,9;

Le verifiche illuminotecniche effettuate e la classificazione della strada sono riportate nella relazione dedicata.

3.11. PROIETTORE SIMMETRICO PER ILLUMINAZIONE SOTTOPASSO

L'impianto di illuminazione del sottopasso sarà realizzato mediante adeguati corpi illuminanti in alluminio estruso per l'illuminazione permanente. Saranno impiegati apparecchi di illuminazione di questo tipo per l'illuminazione permanente lungo l'intera lunghezza del viadotto, tale da consentire la omogenea ed uniforme illuminazione della stessa ai valori di sicurezza.

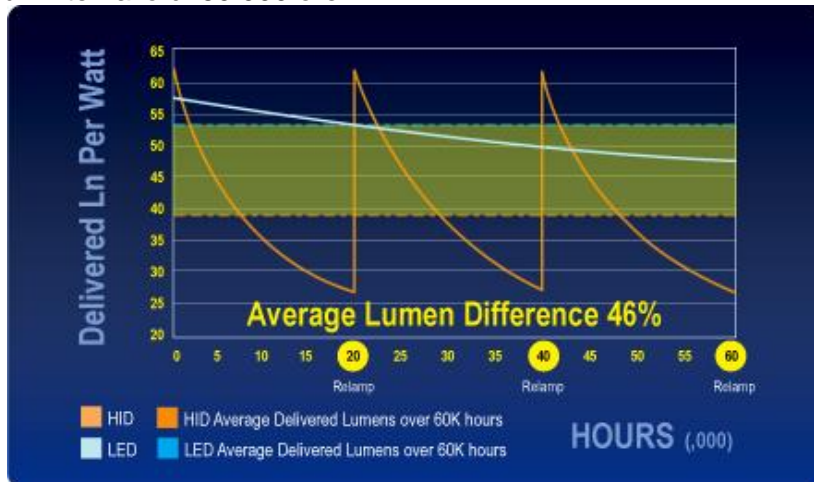
A tale proposito viene utilizzato il proiettore ad ottica simmetrica in disposizione bilaterale affacciata con interdistanza su ciascuna fila pari a 14 metri; la lampada utilizzata è da 30 W con tecnologia a LED con 4110 lumen di flusso luminoso e colore 4.000 °K.

Nel caso di questa nuova infrastruttura abbiamo ritenuto opportuno proporre una illuminazione permanente con proiettori simmetrici ottica S a tecnologia LED ottenendo quindi oltre ai vantaggi economici, di gestione e di manutenzione anche i seguenti altri vantaggi:

Qualità della luce:

- I LED emettono luce bianca neutra, che permette di raggiungere un'illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto) , con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili. Inoltre i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza.

- L'indice di resa colorimetrica (CRI) indica la fedeltà di riproduzione dei colori: vale 75 per le lampade LED.
- L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce bianca si basano sul fatto che a seconda della luminanza utilizziamo o meno tutti gli apparati percettivi del nostro occhio (coni e bastoncelli). I risultati indicano che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza.
- Inquinamento luminoso:
- Il LED è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 120°, da 110 lumen/watt (alimentazione a 350mA) e quindi riduce al minimo (Rn 0,0%) l'inquinamento luminoso. Il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere il fascio luminoso.
- Durata:
- Se si calcola la media dei lumen prodotti su 60.000 ore, si registrano prestazioni dei LED superiori a quelle di una tradizionale lampada a ioduri metallici (MH) di 400 watt accesa in posizione orizzontale (il valore di 60.000 ore è utilizzato ai fini di questo raffronto per indicare tre interi cicli di vita di una HID).
- Il deprezzamento dei lumen nelle lampade MH, unito alle perdite totali imputabili all'ottica e al gruppo di alimentazione, riducono rapidamente gli output dei sistemi HID. È da notare che in 60.000 ore occorrono tre sostituzioni della lampada.
- Al contrario, il LED ha una capacità di mantenere i lumen emessi sensibilmente migliore e un driver più efficiente. Si osservi inoltre che le lampade a LED di regola non necessitano di sostituzione di lampada nelle prime 60.000 ore di vita.
- Questo fa sì che le prestazioni dei LED supereranno quelle dell'illuminazione MH (ioduri metallici) per l'intera durata dell'apparecchio.
- Risultato: i lumen medi emessi da un LED sono superiori del 46% rispetto a quelli degli HID in un intervallo di 60.000 ore.



Manutenzione:

- i costi di manutenzione ordinaria degli apparati di illuminazione a LED sono di fatto annullati rispetto a quelli degli impianti al sodio attualmente in uso.

Impatto ambientale:

- I LED non contengono mercurio e sono conformi ai requisiti della direttiva RoHS (Restriction of Hazardous Substances - Restrizioni sull'uso di determinate sostanze pericolose nella costruzione di vari tipi di apparecchiature elettriche ed elettroniche).
- Se propriamente utilizzati, durano cinque volte più a lungo di una lampada a ioduri metallici, riducendo quindi l'impatto ambientale.

L'alimentazione di questi apparecchi avverrà tramite regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless che provvedono a stabilizzare la tensione di alimentazione ed a regolarla per adeguare il flusso luminoso alle varie condizioni di visibilità.

L'adozione di tali regolatori consente di:

- aumentare la vita media delle lampade, poiché la tensione di alimentazione è mantenuta in un intervallo del $\pm 1\%$ della tensione nominale;
- diminuire gli shock causati alle lampade dai cicli di accensione-spegnimento, poiché, tramite la regolazione, vengono ridotti al minimo i casi in cui occorre spegnere le lampade e, qualora ciò si renda necessario, si può eseguire un ciclo di accensione a tensione ridotta che riduce lo stress della lampada;
- risparmiare l'energia elettrica connessa alla riduzione della tensione di alimentazione nel periodo in cui la lampada è nuova ed il flusso luminoso emesso eccede il valore di progetto.

3.12. PALI PER ILLUMINAZIONE STRADALE

Per l'illuminazione delle viabilità stradali verranno utilizzati pali troncoconici in acciaio laminato zincato a caldo (secondo UNI EN40-ISO1461), di altezza 10 metri fuori terra con sbraccio di 2m, spessore 3 mm, infisso in blocco di fondazione. Diametro di base 163 mm, diametro di testa 60 mm, asola 186x46 mm con portella IP55, IK10 con doppia serratura pentagonale e guarnizione perimetrale. Nell'asola sarà installata un contenitore IP65 a doppio isolamento, in cui è alloggiata una morsettiera in classe di isolamento II, con portafusibile sezionabile (10 A) su guida DIN. Sono compresi tutti gli accessori necessari all'installazione del palo.

Ogni palo sarà dotato di marcatura CE.

I pali saranno installati ad una distanza dalla barriera di sicurezza (ove presente) superiore alla interdistanza richiesta in relazione al grado di deformazione della barriera stessa.

I sostegni saranno installati su blocco in calcestruzzo armato di dimensioni 100x100x80 cm posto in corrispondenza di rilevati delle viabilità.

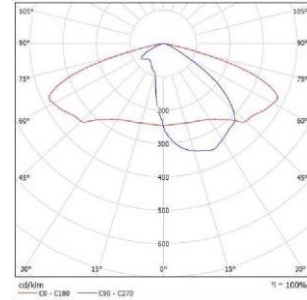
Andremo nel seguito a descrivere nel dettaglio la tipologia dei corpi illuminanti impiegati nel presente progetto ai fini della realizzazione dei calcoli illuminotecnici riportati nella relazione dedicata.

CORPO ILLUMINANTE PER ILLUMINAZIONE TRATTI STRADALI, potenza 100-127W, flusso emesso 12698-15710 lumen

CORPO ILLUMINANTE



CURVA FOTOMETRICA



Corpo e telaio: In alluminio pressofuso con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Attacco palo: In alluminio pressofuso è provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni.

Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta; e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5°. Idoneo per pali di diametro 63-60mm. Diffusore: vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001). Verniciatura: il ciclo di verniciatura standard a polvere è composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV. Dotazione: Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico. Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore. Apparecchio in classe II, protezione fino a 10KV. Equipaggiamento: Completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea. Sezionatore di serie in doppio isolamento che interrompe l'alimentazione elettrica all'apertura della copertura. Valvola anticondensa per il ricircolo dell'aria.

Ottiche: Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Recuperatori di flusso in policarbonato V2. Tecnologia LED di ultima generazione Ta-30+40°C vita utile 80%: 80.000h (L80B20) colore 4000°K. Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo di rischio esente. Fattore di potenza >0.9. **NORMATIVA:** Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529. Superficie di esposizione al vento: L:229cm² F:470cm².

3.13. REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE

La norma UNI11248 ha introdotto una metodologia progettuale e di gestione degli impianti di illuminazione stradale legata alle effettive necessità di visione atte a garantire la sicurezza del traffico di notte, per quanto questa possa essere influenzata dalle condizioni di illuminazione.

Definita a livello europeo una serie di categorie illuminotecniche, ognuna consiste in un insieme di parametri illuminotecnici congruenti e dei loro specifici valori, la metodologia, attraverso una analisi dei rischi, permette di identificare la categoria più adatta alle necessità contingenti, assicurando contemporaneamente il contenimento dei consumi energetici e l'impatto ambientale.

Nell'analisi dei rischi, il progettista individua dei parametri, detti di influenza, che permettono di specificare le esigenze di illuminazione e di visione.

Alcuni di questi parametri possono essere ritenuti fissi nel corso della vita dell'impianto (ad esempio tipo di strada, flusso di traffico massimo, presenza di condizioni conflittuali quali incroci o attraversamenti), altri possono variare sia con periodicità giornaliera (flusso del traffico) sia con periodicità più lunga, stagionale o annuale.

Escludendo quelli fissi, che influenzano la determinazione della categoria illuminotecnica di progetto, ossia la categoria con i requisiti più stringenti per l'impianto, gli altri permettono l'introduzione di diverse categorie illuminotecniche di esercizio, con requisiti prestazionali via via decrescenti.

Il passaggio da una categoria con prestazione più elevata a una con prestazione inferiore non può essere ottenuto con lo spegnimento selettivo di apparecchi di illuminazione: questa tecnica, sebbene permetta la desiderata riduzione del valor medio di illuminamento o di luminanza del manto stradale, generalmente non garantisce il mantenimento dei requisiti di uniformità, previsti nella categoria illuminotecnica che si vuole attivare.

La riduzione del flusso luminoso emesso da ogni apparecchio è pertanto la tecnica comunemente usata, per commutare l'impianto da una categoria illuminotecnica all'altra, secondo le modalità esplicitate nella valutazione dei rischi, parte integrante del progetto illuminotecnico dell'impianto.

Questa riduzione può avvenire attraverso dispositivi che possono operare in modo centralizzato, sull'intera linea che alimenta più apparecchi di illuminazione.

In ogni caso il progetto:

- determina le condizioni operative del regolatore di flusso luminoso ai fini del raggiungimento delle prestazioni richieste dalle categorie illuminotecniche desiderate;
- stima il risparmio energetico conseguibile quando una data apparecchiatura è usata in definite condizioni operative;
- valuta, quantitativamente, le caratteristiche del prodotto più confacente per ogni specifica applicazione.
- Queste considerazioni ovviamente valgono solo per gli impianti di illuminazione esterna, per le gallerie anche se esistono regolatori di flusso luminoso, questi funzionano automaticamente regolati dalle sonde di luminanza posizionate agli imbocchi delle fornici. Nel periodo notturno di minor traffico < al 25% (dalle ore 22.00 alle ore 5.00) quando funzionano solo gli impianti di illuminazione permanente, questi sono regolati a soglie fino ad un abbassamento del 25% del flusso nominale, ovviamente per ottenere un maggior risparmio energetico.

I livelli funzionali illuminotecnici consentiranno la riduzione del flusso luminoso per eseguire la commutazione dalla categoria di progetto alla categoria di esercizio.

Questa soluzione ci permette di ottenere, nel periodo notturno in cui il traffico è notevolmente ridotto, di scalare categorie illuminotecniche di esercizio senza compromettere l'uniformità sia in estate che in inverno.

Per un corretto calcolo del risparmio energetico con impianto dotato di regolatori di flusso luminoso si dovrà espletare come esempio dalla tabella 1 sotto riportata:

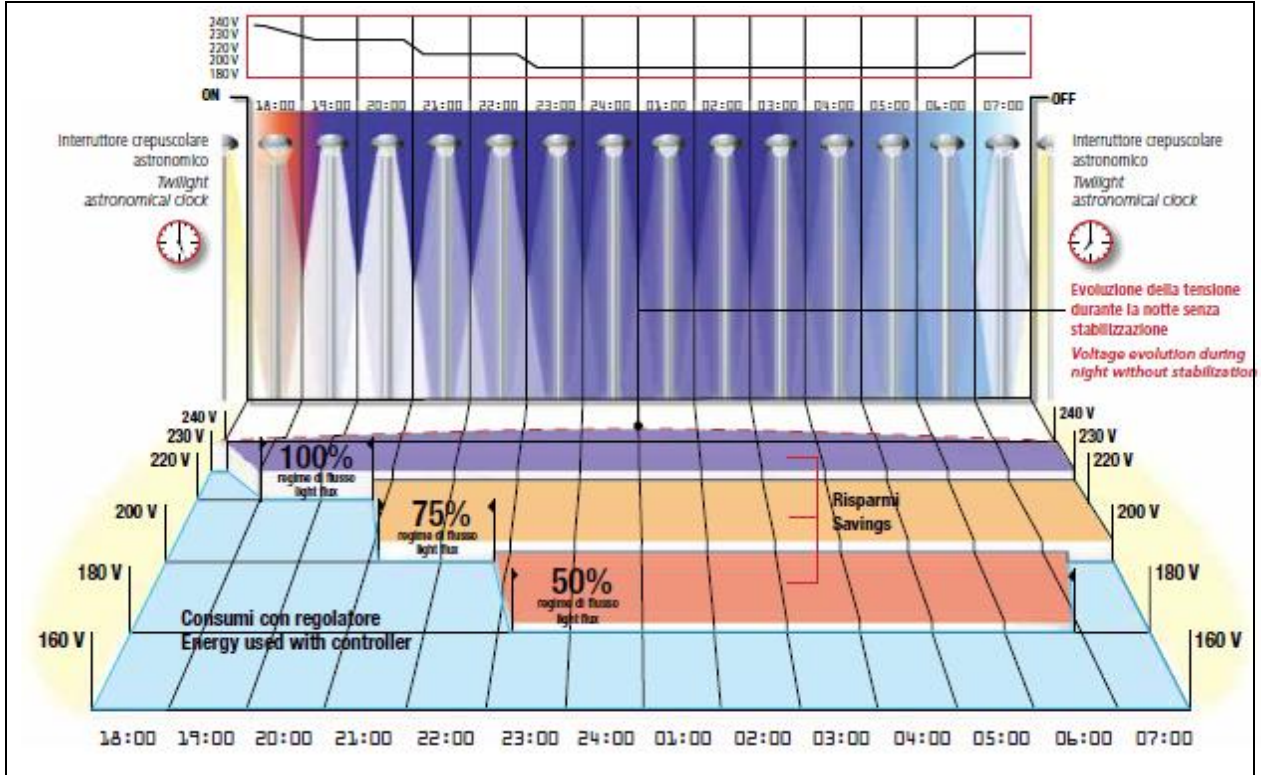


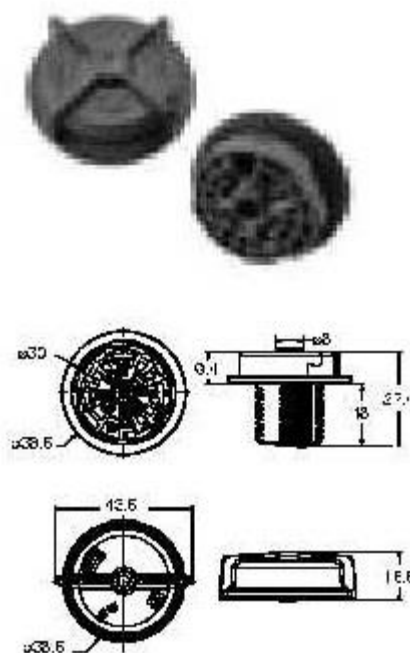
Tabella 1 – Esempio di risparmio di potenza durante il periodo di regolazione di flusso

Alla luce di quanto fin qui esposto, la regolazione dei circuiti sarà effettuata in modo continuo con l'utilizzo di regolatori di potenza funzionanti in modalità wireless; ogni apparecchio illuminante sarà adeguatamente integrato con dispositivo atto a permettere il dialogo fra il singolo corpo illuminante e la relativa centrale in modo da permettere la regolazione del flusso in relazione alle condizioni ambientali.

PARTICOLARE CENTRALINA



PARTICOLARE DISPOSITIVO PUNTO-PUNTO PER CORPO ILLUMINANTE



PROGETTAZIONE ATI: