

PROLUNGAMENTO DELLA S.S. n°9 "TANGENZIALE NORD di REGGIO EMILIA" NEL TRATTO DA S. PROSPERO STRINATI A CORTE TEGGE

PROGETTO ESECUTIVO

 Ing. Gianfranco Sodero Ordine degli Ingg. di Torino e Provincia n° 5666 Y	ING. RENATO DEL PRETE Ing. Renato Del Prete Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5073	DOTT. GEOL. DANILO GALLO Dott. Geol. Danilo Gallo Ordine dei Geologi della Regione Puglia n° 588	INTEGRAZIONE PRESTAZIONI Ing. Renato Del Prete	PROGETTISTA Ing. Gabriele Incecchi (E&G S.r.l.)
			PROGETTAZIONE STRADALE Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)	PROGETTAZIONE IDRAULICA Ing. Vittorio Ranieri (Uning)
 Ing. Valerio Bajetti Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-26211	SETAC Srl Servizi & Engineering Trasporti Ambiente Costruzioni Prof. Ing. Luigi Monterisi Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1771	 Ing. Gabriele Incecchi Ordine degli Ingg. di Roma e provincia n° A-12102	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MAGGIORI Ing. Gianfranco Sodero (Studio Corona S.r.l.)	PROGETTAZIONE OPERE D'ARTE MINORI Ing. Giampiero Martino (E&G S.r.l.)
			COMPUTI Ing. Valerio Bajetti (I.T. Ingegneria)	CANTIERISTICA Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)
 Prof. Ing. Matteo Ranieri Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 1137	ECOPLAN Arch. Nicoletta Frattini Ordine degli Arch. di Torino e provincia n° A-8433	ARKE' INGEGNERIA s.r.l. Ing. Gioacchino Angarano Ordine degli Ingg. di Bari e provincia n° 5970	GEOLOGIA Dott. Danilo Gallo	GEOTECNICA Prof.ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)
			AMBIENTE Dott. Emilio Macchi (ECOPLAN S.r.l.)	SICUREZZA Prof. ing. Luigi Monterisi (Setac S.r.l.)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Dott. Ing. Anna NOSARI	INTEGRATORE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE DEL PRETE  Ing. Renato DEL PRETE	PROGETTISTA  Ing. Gabriele INCECCHI	GEOLOGO  Dott. Danilo GALLO	IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE  Prof. ing. Luigi MONTERISI
---	--	--	---	---

MA 001

28_IMPIANTI

28.1_IMPIANTI DI SVINCOLO 1
 Relazione Generale Impiantistica

CODICE PROGETTO PROGETTO LIV. PROG. ANNO COBO E 1701		NOME FILE V00IM01IMP01C.DOC CODICE ELAB. V00IM01IMP01		REVISIONE C	SCALA: -----
C	EMISSIONE A SEGUITO DI ISTRUTTORIA INTERNA ANAS	DICEMBRE 2018	ING. GIANLUCA CICIRIELLO	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
B	EMISSIONE A SEGUITO DI RAPPORTO INTERMEDIO DI VERIFICA	OTTOBRE 2018	ING. GIANLUCA CICIRIELLO	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
A	PRIMA EMISSIONE	GIUGNO 2018	ING. GIANLUCA CICIRIELLO	ING. INCECCHI	ING. BAJETTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3.	DEFINIZIONI FOTOMETRICHE	3
4.	NORMA UNI 11248:2016, ILLUMINAZIONE STRADALE	6
5.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE – SVINCOLO 1 “RETE DUE”	8
5.1	ZONE DI STUDIO	9
5.2	ANALISI DEL RISCHIO	9
5.3	LIVELLI DI ILLUMINAMENTO	9
5.4	ALTRI ASPETTI ILLUMINOTECNICI	10
5.5	CARATTERISTICHE DEL CORPO ILLUMINANTE	10
5.6	CALCOLO ILLUMINOTECNICO	14
5.7	IPEA E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL’APPARECCHIO	16
5.8	IPEI E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL’IMPIANTO	17
6.	REGOLAZIONE DELL’ILLUMINAZIONE	20
6.1	NORMATIVA	20
6.2	REGOLATORE DI FLUSSO	20
6.3	CRITERI DI APPLICAZIONE DELLA REGOLAZIONE	20
7.	VERIFICA STATICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE DEL PALO	22
7.1	DATI DI PROGETTO	22
7.2	CALCOLO DELL’AZIONE DEL VENTO	22
7.3	VERIFICA A RIBALTAMENTO	23
8.	DISPOSITIVI DI CONTROLLO SOTTOVIA	23
9.	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	24
10.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	25
10.1	I CARICHI ELETTRICI	26
10.2	LA PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI	27
10.3	LA PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRECTI	28
10.4	LA PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	28
11.	CIRCUITI E CAVIDOTTI	28
12.	QUADRI ELETTRICI	28
13.	SOTTOSCRIZIONE DELL’ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.	30

1. PREMESSA

La presente relazione illustrativa ha per oggetto la descrizione tecnico-funzionale degli impianti elettrici di illuminazione pubblica stradale e di sollevamento a servizio delle intersezioni presenti sulla viabilità nell'ambito della TANGENZIALE NORD di REGGIO EMILIA NEL TRATTO DA S. PROSPERO STRINATIO A CORTE TEGGE; nel documento specifico sono trattati gli impianti presenti nello Svincolo S1 denominato RETE DUE.

Il progetto esecutivo individua compiutamente tutto ciò che concerne la concezione del sistema impiantistico in oggetto, i dati progettuali, gli standard qualitativi delle apparecchiature e tutto quello che riguarda i percorsi di tubazioni e cavidotti impianti elettrici, nonché l'ubicazione delle apparecchiature previste per la realizzazione degli impianti a progetto.

Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono state adottate sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e funzionali dell'area interessata all'intervento sia rispettando le specifiche tecniche costruttive degli enti distributivi e delle prescrizioni derivate dai vari enti locali.

Per quanto riguarda i calcoli di dimensionamento illuminotecnico e delle condutture di alimentazione Vi rimandiamo ad altri due fascicoli specifici allegati al progetto esecutivo impianti tecnici, rispettivamente:

- RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI;
- SCHEMI UNIFILARI.

Gli impianti interessati all'intervento e quindi definiti dalla presente relazione sono i seguenti:

- impianto distribuzione elettrica illuminazione pubblica;
- impianti di alimentazione gruppi di sollevamento;
- impianti di segnalazione allagamento sottopassi.

Il presente documento contiene le indicazioni tecniche di progetto esecutivo, nonché i principali vincoli normativi e di legge per la realizzazione dei su indicati impianti.

Detti vincoli sono forniti dalle normative tecniche vigenti (Norme CEI, UNI), dalle leggi dello Stato e degli Organi di Governo Decentrati, dalle guide e raccomandazioni di enti e di associazioni di categoria.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto è stato redatto conformemente alle vigenti disposizioni di legge e all'attuale normativa in materia di impianti elettrici, di prevenzione incendi e di prevenzione dagli infortuni, al fine di garantire la sicurezza ed il buon funzionamento dell'impianto.

Di si riporta un breve elenco non esaustivo:

- CEI 11-17 – anno 2006 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI 11-17 V1– anno 2011 - "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- CEI 20-33 - anno 2006 - "Giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione V0/V non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua";
- CEI 64-8 – anno 2012 – "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua" e successive integrazioni e varianti;

- UNI EN 40 – anno 2006 - “Pali per l’illuminazione pubblica”;
- UNI 11248 – anno 2016 - “Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- EN 13201 – “Illuminazione stradale”;
- UNI EN 13201-2:2016 – “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”;
- UNI EN 13201-3:2016 – “Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni”;
- UNI EN 13201-4:2016 – “Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche”;
- UNI 11431:2011 – “Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso”;
- Guida CEI 315-4 – anno 2012 – “Guida all’efficienza energetica degli impianti di illuminazione pubblica: aspetti generali”;
- LEGGE REGIONALE, Emilia Romagna, n. 19 del 29 settembre 2003 "Norme in materia di riduzione dell’Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico"
- Terza Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale 29 settembre 2003, n. 19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" – Regione Emilia Romagna;
- Legge n. 186 del 01 Marzo 1968: “Disposizioni concernenti la produzione di materiali ... elettrici ed elettronici”;
- DM del 22 Gennaio 2008, N. 37.
- DECRETO 22 febbraio 2011: “Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi gara della Pubblica amministrazione per l’acquisto dei seguenti prodotti: tessili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche;
- DECRETO 27 settembre 2017: “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni vigenti di legge, norme e delibere in materia, anche se non espressamente elencate, si considerano applicabili e rispettate. Nei successivi capitoli, qualora necessario, saranno menzionate leggi e norme d’interesse specifico.

3. DEFINIZIONI FOTOMETRICHE

Nel presente paragrafo, a titolo informativo, verranno riepilogate le grandezze fotometriche necessarie al calcolo illuminotecnico su cui è basato il software di calcolo.

FLUSSO LUMINOSO

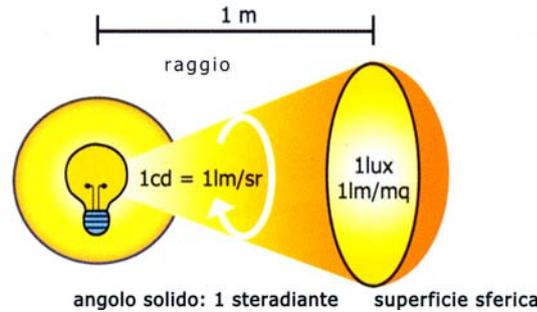
Quantità di energia emessa nello spazio da una sorgente nell’unità di tempo. Il flusso luminoso si indica con il simbolo Φ e la sua unità di misura è il lumen (lm). Il rapporto tra il flusso luminoso emesso (lm) e la potenza elettrica assorbita (W), generano l’efficienza luminosa della lampada.

INTENSITA' LUMINOSA

Quantità di luce (I) emessa da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione definita da un angolo solido unitario:

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

La sua unità di misura è la candela (cd). L'insieme delle intensità luminose emesse da un apparecchio nelle varie direzioni, rappresenta la distribuzione fotometrica dell'apparecchio.

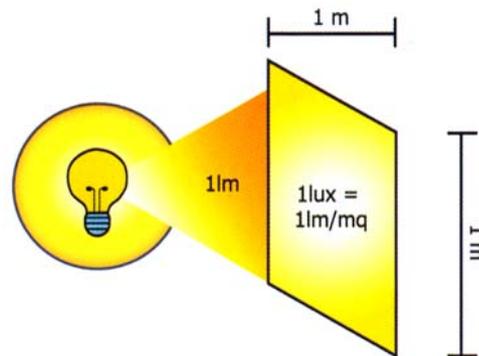


ILLUMINAMENTO

Quantità di luce proiettata su una data superficie. L'illuminamento si indica con il simbolo E e la sua unità di misura è il lux (lx). L'illuminamento è un concetto orientato alla progettazione illuminotecnica ed è definito come:

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

dove Φ è il flusso incidente sulla superficie (lm) e A è l'area della superficie considerata (m^2).

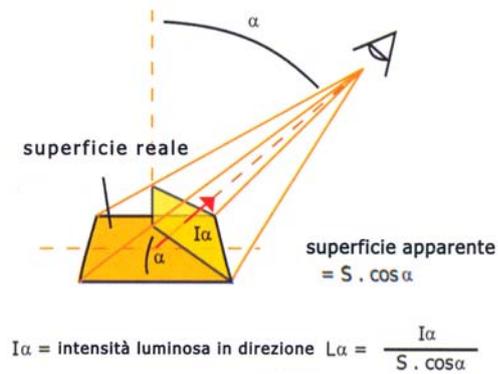


LUMINANZA

Rapporto tra intensità luminosa della sorgente nella direzione di un osservatore e la superficie emittente, così come viene vista dall'osservatore. La luminanza si indica con il simbolo L e la sua unità di misura è la cd/m^2 :

$$L = \frac{I \alpha}{dS \cos \alpha}$$

dove I è l'intensità luminosa, dS è l'area della sorgente ed α è l'angolo formato dalla verticale con la direzione della sorgente. La luminanza è un concetto orientato alla progettazione illuminotecnica, particolarmente importante nell'illuminazione stradale (parametro normativo).

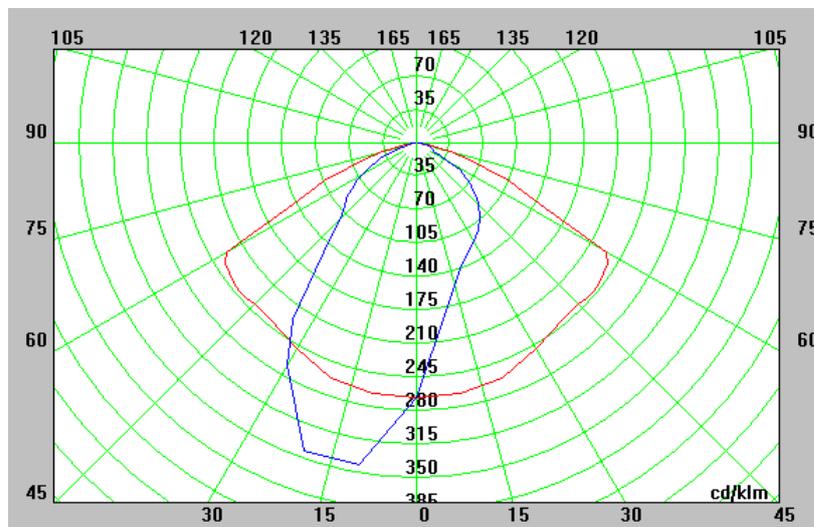


In caso non fosse possibile calcolare la luminanza, a causa di problemi geometrici, è possibile determinare l'illuminamento necessario ricorrendo alla seguente approssimazione:

$$1 \text{ cd/m}^2 \approx 20 \div 25 \text{ lx}$$

CURVE FOTOMETRICHE

L'insieme delle misure delle intensità luminose, emesse da un apparecchio, in ogni direzione, formano il solido fotometrico. Le sezioni di solido fotometrico nel piano longitudinale $C0^\circ - 180^\circ$ (linea rossa) e trasversale $C90^\circ - 270^\circ$ (linea blu), piani passanti per il centro ottico dell'apparecchio, vengono rappresentate dalle curve fotometriche.



Le curve fotometriche sono espresse in cd/klm , relative ad una lampada dello stesso tipo di quella montata nell'apparecchio illuminante, avente flusso luminoso di 1000lm . Per gli apparecchi da interno e per le armature stradali, le curve fotometriche sono rappresentate in coordinate polari C/γ , per i proiettori in coordinate cartesiane V/h .

RESA DEL COLORE

Capacità di una sorgente luminosa di riprodurre i colori naturali, senza distorsioni della tonalità del colore, così come risultano se illuminati da un corpo nero. L'indice di resa cromatica CRI si indica con R_a ed ha un valore compreso tra 0 e 100. Si possono identificare cinque categorie di resa cromatica:

- $R_a = 90 \div 100$: ottima resa dei colori;
- $R_a = 80 \div 90$: buona resa dei colori;
- $R_a = 60 \div 80$: discreta resa dei colori;
- $R_a = 40 \div 60$: sufficiente resa dei colori;
- $R_a < 40$: scarsa resa dei colori.

TEMPERATURA COLORE

Parametro qualitativo delle lampade che, in funzione della composizione spettrale delle radiazioni emesse, restituisce rese del colore differenti. La sua unità di misura è il grado Kelvin (K) ed esistono quattro categorie di temperatura di colore:

- 2500 ÷ 2800K : luce calda – morbida (lampade ad incandescenza);
- 2800 ÷ 3500K : luce calda – neutra (lampade alogene e fluorescenti);
- 3500 ÷ 5000K : luce fredda – neutra (lampade fluorescenti e ad alogenuri metallici);
- > 5000K : luce fredda (luce diurna).

4. NORMA UNI 11248:2016, ILLUMINAZIONE STRADALE

La norma fornisce le linee guida per determinare le condizioni d'illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo nella norma UNI EN 13201-2:2016, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. A tal fine, introduce il concetto di parametro d'influenza e la richiesta di valutazione del rischio. Inoltre, sono fornite informazioni sull'illuminazione delle intersezioni e sulle caratteristiche inerenti la riflessione della luce da parte della pavimentazione stradale.

SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti d'illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada. Essa si applica agli impianti d'illuminazione fissi, progettati per offrire all'utilizzatore delle zone pubbliche, adibite alla circolazione, buone condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità, con l'intento di garantire sia la sicurezza ed il buon smaltimento del traffico, sia la sicurezza pubblica, per quanto questi parametri posano dipendere dalle condizioni d'illuminazione stradale.

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Si individuano le categorie illuminotecniche di un impianto mediante i seguenti passi.

Definizione della categoria illuminotecnica di ingresso:

- suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada ;

- nota il tipo di strada, individuare, mediante il **prospetto 1** della norma, la categoria illuminotecnica di riferimento.

Definizione della categoria illuminotecnica di progetto:

- nota la categoria illuminotecnica di ingresso, valutare i parametri di influenza mediante i **prospetti 2, 3 e 4** della norma in base all'analisi del rischio e variare la categoria, se necessario, in base a considerazioni di contenimento dei consumi energetici

Definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio:

- categoria illuminotecnica che descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.

CRITERI DI SUDDIVISIONE DELLE ZONE DI STUDIO

La strada è normalmente costituita da più zone di studio. Ogni zona è identificata da una categoria illuminotecnica di progetto ed una o più categorie illuminotecniche di esercizio. La determinazione dell'estensione della zona è compito del progettista.

ANALISI DEL RISCHIO

L'analisi del rischio consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisca la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti in condizioni notturne, minimizzando i consumi energetici, i costi d'installazione e gestione e l'impatto ambientale. L'analisi può essere fatta in base a richieste specifiche della Committenza, a direttive e/o leggi dello Stato e ad effettivi parametri di influenza rilevati per le strade esaminate. Per i casi normali, è sufficiente basare l'analisi del rischio sulla conoscenza di parametri d'influenza più significativi, che possono essere individuati mediante i **prospetti 2, 3 e 4** della norma.

CONDIZIONI VISIVE

L'impianto d'illuminazione deve soddisfare le esigenze di guida visiva. La guida visiva è in larga misura determinata dalla disposizione dei centri luminosi, dalla loro successione geometrica, dalla loro intensità luminosa e dal colore della luce emessa. Affinché tali esigenze siano soddisfatte, deve essere evitata ogni discontinuità dell'impianto che non sia la conseguenza di punti singolari, per i quali è necessario richiamare l'attenzione dei conducenti dei veicoli. Per quanto riguarda la resa del colore, il valore minimo per l'indice di resa cromatica è $R_a > 20$. Inoltre, a seconda delle condizioni meteorologiche, variabili da zona a zona ed in base al periodo dell'anno, è possibile determinare più categorie illuminotecniche per la medesima strada, in modo da poter applicare una riduzione del flusso luminoso con conseguente risparmio energetico.

COMPARAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Quando zone adiacenti o contigue prevedono l'applicazione di categorie diverse, è necessario individuare le categorie che presentano un livello luminoso comparabile come riportato nel **prospetto 6** della norma.

DETERMINAZIONE DEL LIVELLO DI LUMINOSITA'

Fatte le necessarie scelte progettuali e prestazionali, con la conseguente determinazione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio, è possibile risalire al livello di illuminamento o

di luminanza richiesto mediante le tabelle di conversione, estratte della norma UNI EN 13201-2:2016.

I parametri illuminotecnici fondamentali da rispettare nel calcolo illuminotecnico, nel caso sia richiesto il calcolo della luminanza sono:

- Luminanza minima mantenuta (L) sul manto stradale, indicata anche con L_m , è la luminanza di progetto da rispettare nell'area di calcolo considerata;
- Uniformità generale (U_0) definita come il rapporto tra la luminanza minima e la luminanza media nell'area di calcolo (L_{min}/L_{med});
- Uniformità longitudinale (U_l) definita come il rapporto tra la luminanza minima e la luminanza massima, determinate lungo l'asse di ciascuna corsia, con il punto di osservazione assunto lungo lo stesso asse;
- Abbagliamento debilitante (f_{TI}) definito come in precedenza;
- Rapporto di illuminamento dei bordi (R_{EI}) definito come la luminanza media sulla strada fuori dai bordi della carreggiata in proporzione alla luminanza media sulla strada all'interno dei bordi.

5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE – SVINCOLO 1 “RETE DUE”

Oggetto di studio sono stati i seguenti assi e rotatorie:

- collegamento asse S1AS04 + rotatoria S1RT01 + rampe S1RA03 ed S1RA04 + collegamento sottovia via Hiroshima asse S1AS02 con sottopasso ST02 + rotatoria esistente S1RT02 + rampa S1RA01 + rampa S1RA02
- collegamento rotatoria S1RT03 + pista ciclabile asse S1AS03

Di seguito si rappresenta la determinazione della tipologia di strada e di Categoria Illuminotecnica di ingresso ai sensi della Norma UNI 11248:2016.

La SS9, Tangenziale di Reggio Emilia, è considerata Strada Extraurbana Principale, a cui è riferibile una categoria illuminotecnica di ingresso **M2**; tale categoria è riferibile, di conseguenza alle rampe ad essa collegate.

Gli assi di collegamento sono considerati come strade extraurbane secondarie di tipo C, a cui è riferibile una categoria illuminotecnica di ingresso **M2** (per limiti di velocità tra 70-90 km/h) ed **M3** per limiti di velocità di 50 km/h.

Le rotatorie insistono su assi di collegamento, pertanto assumono la categoria illuminotecnica a questa riferita, incrementata di uno, trattandosi di zona di conflitto; pertanto la categoria illuminotecnica di riferimento, in termini di illuminamento è la **C2**.

Il manto stradale in conglomerato bituminoso risulta classificabile dal punto di vista illuminotecnico, ai sensi della normativa CIE ("Commission Internationale de l'Eclairage"), come classe di pavimentazione stradale normalizzata C2 con coefficiente medio di luminanza pari a 0,07.

5.1 ZONE DI STUDIO

Occorre suddividere le aree di studio in più zone distinte:

- rotatorie;
- sezioni stradali;
- sottopassi stradali;
- piste calcabili (non sempre presente lungo i tracciati).

5.2 ANALISI DEL RISCHIO

L'analisi del rischio del presente progetto stradale, non essendo indicati casi particolari, viene valutata in base ai parametri d'influenza più significativi, come specificato nei prospetti 2 e 3 della normativa.

In riferimento alla sola complessità del campo visivo normale, considerando le tipologie di strade a progetto, la loro linearità, l'assenza di intersezioni a raso, nonché l'assenza di ostacoli alla visione dei fruitori, la presenza cospicua di segnaletica nelle zone conflittuali, in considerazione anche che l'apparecchio scelto è caratterizzato da una $R_a > 80$ (parametro di influenza nel lungo periodo) si assumono, per ciascuna tipologia di zona di studio le seguenti categorie illuminotecniche di progetto:

- Rampe S1RA01, S1RA02, S1RA03, S1RA04 = M3 (C4 per la banchina);
- Asse S1AS02 = M3 (C4 per la banchina), P2 per la pista ciclabile;
- Asse S1AS04 = M4 (C4 per la banchina);
- Pista Ciclabile Asse S1AS08= P2;
- Rotatoria S1RT01 = C2;
- Rotatoria esistente S1RT02 = C2;
- Rotatoria S1RT03 = C2.

5.3 LIVELLI DI ILLUMINAMENTO

Secondo quanto esposto nell'analisi del rischio, tenendo conto delle tabelle di conversione dei parametri di luminanza ed illuminamento, la Norma UNI EN 13201-2:2016 stabilisce:

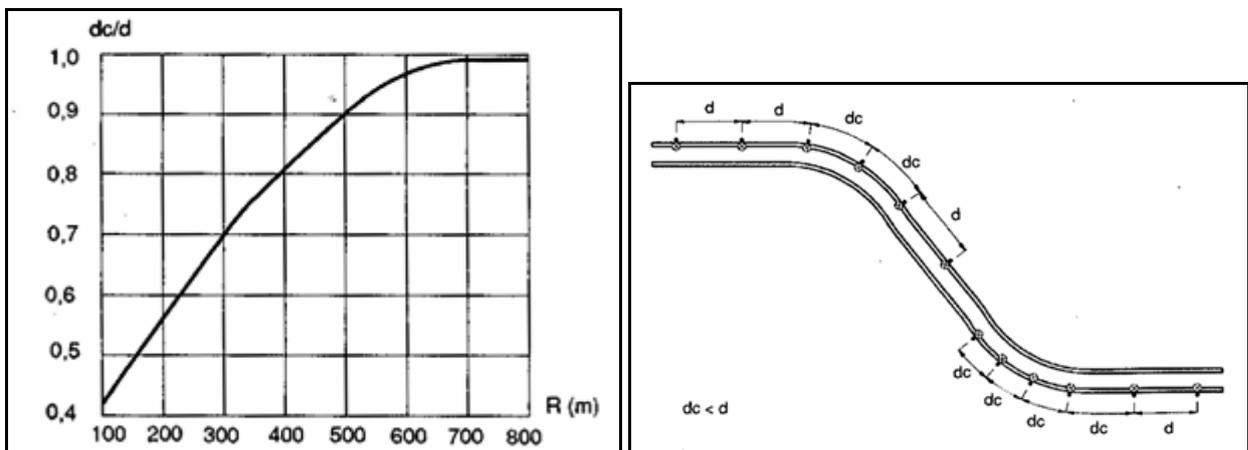
- per la categoria illuminotecnica M3, i seguenti parametri minimi di riferimento:
 - ✓ Luminanza Media (minima mantenuta), $L_{media}=1,00 \text{ cd/m}^2$;
 - ✓ Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,4$;
 - ✓ Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzera), $U_l=0,6$;
 - ✓ Abbagliamento Debilitante massimo, $\%=15$;
- per la categoria illuminotecnica C3, i seguenti parametri minimi di riferimento:
 - ✓ Illuminamento medio, $E_m=15 \text{ lux}$;
 - ✓ Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,4$;
- per la categoria illuminotecnica C4, i seguenti parametri minimi di riferimento:

- ✓ Illuminamento medio, $E_m=10$ lux;
- ✓ Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,4$;
- per la categoria illuminotecnica P2, i seguenti parametri minimi di riferimento:
 - ✓ Illuminamento medio, $E_m=10$ lux;
 - ✓ Illuminamento minimo, $E_{min}=2,0$.

Le prestazioni dell'impianto di illuminazione devono rispettare i requisiti precedenti.

5.4 ALTRI ASPETTI ILLUMINOTECNICI

L'interasse medio tra i centri luminosi è calcolato in rettilineo, mentre per i tratti in curva si deve tener conto di una riduzione di passo come suggerito dal seguente grafico:



Tale grafico rappresenta il rapporto fra la distanza in curva e la distanza in rettilineo dei centri luminosi, in funzione del raggio di curvatura della strada ed è suggerito ENEL-Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica".

Gli impianti di illuminazione, nel rispetto della TERZA DIRETTIVA PER L'APPLICAZIONE DELL'ART. 2 DELLA LEGGE REGIONALE 29 SETTEMBRE 2003, N. 19 RECANTE: "NORME IN MATERIA DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E DI RISPARMIO ENERGETICO", garantiscono un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti non inferiore al valore di **3,7**.

5.5 CARATTERISTICHE DEL CORPO ILLUMINANTE

Si è valutata l'utilizzazione di armature stradale a tecnologia LED costituite da un gruppo ottico antinquinamento luminoso di tipo Cut-Off, con distribuzione simmetrica in senso longitudinale e distribuzione asimmetrica (altamente performante) in senso trasversale.

L'alimentazione elettrica è con isolamento di Classe II.

La scelta della tecnologia a LED è dovuta ad una ottima efficienza luminosa (lm/W), pari a 132,9 (120,4 per gli apparecchi su ciclabile), nonché un'ottima resa cromatica $IRC > 80$, oltre ed un buona durata della componentistica. La temperatura del colore, per questo tipo di sorgente luminosa, è di 4000 °K, con un indice di resa cromatica di $IRC > 80$. I valori di resa cromatica e temperatura del colore, in caso di manutenzione, dovranno sempre essere rispettati oppure migliorati, qualora la

tecnologia lo permettesse, senza ridurre l'efficienza luminosa della lampada, per non compromettere la guida visiva.

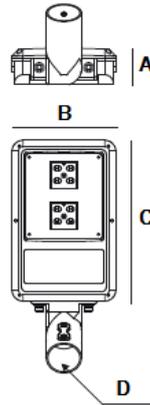
L'apparecchio illuminante è caratterizzato da un Indice di Protezione meccanica IP 66.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche, geometriche ed il diagramma polare del corpo illuminante adottato come riferimento per le verifiche illuminotecniche.

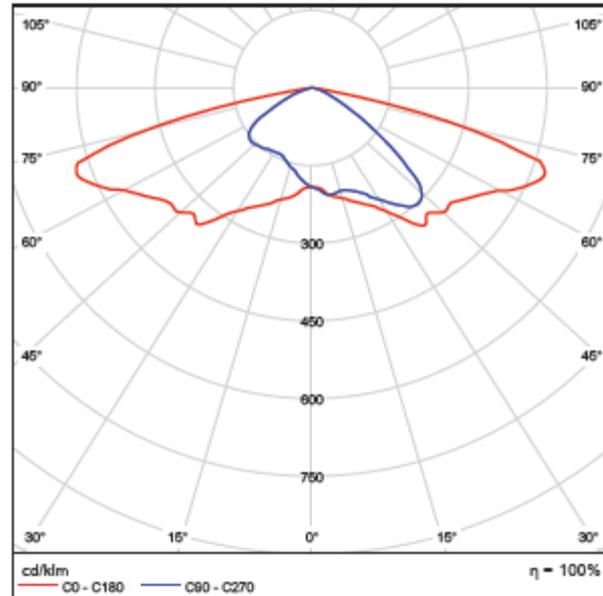
AN-LIGHT S.R.L. mod. London LED 100W- 4000K ST

Flusso luminoso (Apparecchio): 13158 lm

Potenza apparecchio: 99.0 W



Emissione luminosa 1 / CDL polare

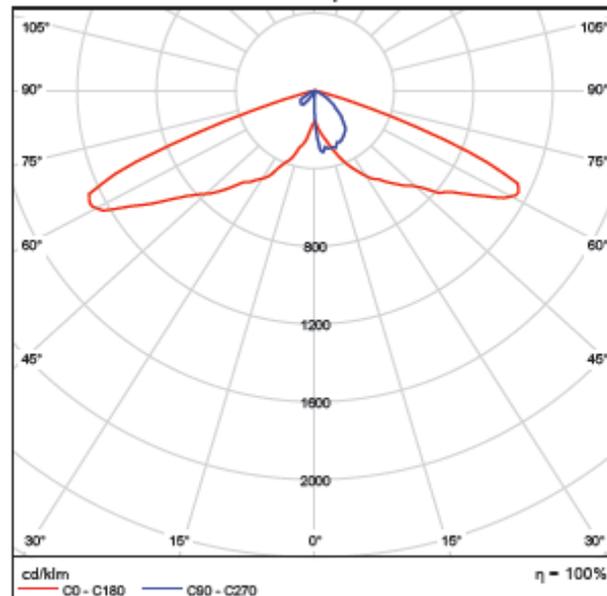


AN-LIGHT S.R.L. mod. London Mini LED 35W- 4000K CL

Flusso luminoso (Apparecchio): 4215 lm

Potenza apparecchio: 35.0 W

Emissione luminosa 1 / CDL polare



Di seguito si riportano i certificati degli apparecchi utilizzati nelle verifiche illuminotecniche.



**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE
CE DECLARATION OF CONFORMITY**

Il costruttore
The producer

AN-LIGHT S.R.L.
Via Manzoni n. 30
26831 – Casalmaiocco (LO)

Dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto:
Declares under its own responsibility, that the product:

SERIE LONDON LED 9031
Armatura stradale con tecnologia LED

Risulta conforme alle seguenti norme particolari:
Is in compliance with the following standards:

Legge Regionale Emilia Romagna 24 settembre 2003 n.113
"Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"

CEI EN 62471
"Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems"
Rischio fotobiologico esente RG0

Il prodotto risulta inoltre conforme alle seguenti norme:
The product is also in compliance with the following standards:

Sicurezza Safety	Norme generali General standards	EN 60598-1 EN 60598-2-5
	Norme particolari – Particular standards	EN 60598-2-1
	Moduli LED – LED modules	EN 62031
Sicurezza fotobiologica – Photobiological safety		EN 62471
Esposizione umana ai campi elettromagnetici Human exposure to electromagnetic fields		EN 62493
Immunità EMC – EMC immunity		EN 61547
Compatibilità elettromagnetica – Electromagnetic compatibility		EN 61000-3-3
Limiti di emissioni armoniche – Limits of harmonic emissions		EN 61000-3-2
Grado IK – IK degree		EN 62262

Casalmaiocco LO, 14 / 11 / 2017

Il Presidente
Alessandro Nazzari

AN-light 31L
Corso Italia 45 - 20122 Milano
P.IVA/CF 08210680966

AN-LIGHT SRL
Sede Legale Corso Italia 45 - 20122 Milano (MI)
Sede Operativa Via Alessandro Manzoni 30 - 26831 Casalmaiocco (LO)
Capitale Sociale € 150.000,00 P.IVA 08210680966 REA MI2010010
T +39 0298260689 F +39 0284245088
W www.anlight.it M info@anlight.it



**SISTEMA DI GESTIONE
CERTIFICATO ISO 9001:2015**



**DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' CE
CE DECLARATION OF CONFORMITY**

Il costruttore
The producer

AN-LIGHT S.R.L.
Via Manzoni n. 30
26831 – Casalmaiocco (LO)

Dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto:
Declares under its own responsibility, that the product:

SERIE LONDON MINI LED 9030
Armatura stradale con tecnologia LED

Risulta conforme alle seguenti norme particolari:
Is in compliance with the following standards:

Legge Regionale Emilia Romagna 24 settembre 2003 n.113
"Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico"

CEI EN 62471
"Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems"
Rischio fotobiologico esente RG0

Il prodotto risulta inoltre conforme alle seguenti norme:
The product is also in compliance with the following standards:

Sicurezza <i>Safety</i>	Norme generali <i>General standards</i>	EN 60598-1 EN 60598-2-5
	Norme particolari – <i>Particular standards</i>	EN 60598-2-1
	Moduli LED – <i>LED modules</i>	EN 62031
Sicurezza fotobiologica – <i>Photobiological safety</i>		EN 62471
Esposizione umana ai campi elettromagnetici <i>Human exposure to electromagnetic fields</i>		EN 62493
Immunità EMC – <i>EMC immunity</i>		EN 61547
Compatibilità elettromagnetica – <i>Electromagnetic compatibility</i>		EN 61000-3-3
Limiti di emissioni armoniche – <i>Limits of harmonic emissions</i>		EN 61000-3-2
Grado IK – <i>IK degree</i>		EN 62262

Casalmaiocco LO, 14 / 11 / 2017

Il Presidente
Alessandro Nazzari

ANlight
AN-light S.R.L.
Corso Italia 45 - 20122 Milano
P.Iva/CF 08210680966

AN-LIGHT SRL
Sede Legale Corso Italia 45 - 20122 Milano (MI)
Sede Operativa Via Alessandro Manzoni 30 - 26831 Casalmaiocco (LO)
Capitale Sociale € 150.000,00 P.IVA 08210680966 REA MI2010010
T +39 0298260689 F +39 0284245088
W www.anlight.it M info@anlight.it



**SISTEMA DI GESTIONE
CERTIFICATO ISO 9001:2015**

5.6 CALCOLO ILLUMINOTECNICO

I calcoli di verifica illuminotecnica sono stati eseguiti mediante con software professionale, utilizzando il corpo illuminante precedentemente descritto.

Come fattore di manutenzione è stato utilizzato un valore pari **0,80**, essendo l'impianto soggetto ad un ciclo di manutenzione standard.

Si rimanda alla tavola specifica di progetto per ulteriori dettagli.

Per la progettazione e dimensionamento degli impianti delle sezioni oggetto della presente relazione si è fatto riferimento ai seguenti parametri:

- disposizione dei centri luminosi: unilaterale (bilaterale sfalsata per l'asse S1AS02 ed S1AS04);
- altezza dei centri luminosi (h palo fuori terra): 9,0m;
- sbraccio di avanzamento di 2,5m;
- distanza tra i centri luminosi: 35m lungo i rettilinei, lungo i tratti curvi variabile a seconda del raggio di curvatura;
- posizionamento del palo a bordo stradale: 1,8 m dal limite esterno della banchina.

Lungo il tracciato dei sottovia, saranno installati pali, di altezza variabile, sul muro di contenimento presente, mediante piastra con tirafondi. In tal caso lo sbraccio avrà avanzamento pari ad 1,0m.

L'interdistanza in questo caso sarà variabile a seconda della tipologia di sezione.

Ogni palo di illuminazione sarà corredato di un pozzetto da 40x40x40 cm, con fondo aperto per il drenaggio, per le derivazione elettriche, al cui interno avverrà la derivazione in muffola del cavo elettrico. All'interno del palo, nell'apposita asola, alloggerà la morsettiera di Classe II per lo stacco al corpo illuminante. La presenza del pozzetto di derivazione e della morsettiera all'interno del palo, favoriscono eventuali interventi di manutenzione.

Il posizionamento dei pali nel progetto illuminotecnico verifica i requisiti della TERZA DIRETTIVA PER L'APPLICAZIONE DELL'ART. 2 DELLA LEGGE REGIONALE 29 SETTEMBRE 2003, N. 19 RECANTE: "NORME IN MATERIA DI RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO E DI RISPARMIO ENERGETICO".

In alcune zone del tracciato è prevista una pista ciclabile adiacente la strada. Come precedentemente determinato, la pista ciclabile sarà illuminata secondo le caratteristiche della categoria P2.

Sul tracciato sono previsti tre sottovia. Secondo la norma UNI11095, occorre verificare che tipo di illuminazione si deve prevedere in galleria, in quanto un sottovia è, in pratica, una galleria corta. Tutti i sottovia previsti in progetto, a prescindere dalla lunghezza, saranno illuminati anche durante le ore diurne. Tuttavia, è indispensabile prevedere l'illuminazione notturna che, secondo quanto previsto dalla normativa per le gallerie a doppio senso di marcia vale

$$L_i = 2xL.$$

con L_i luminanza necessaria in galleria (sottovia) ed L è la luminanza determinata per il tratto stradale esterno.

Per cui, è necessario mantenere una luminanza media all'interno dei sottovia di 1,5 cd/m².

Per l'illuminazione dei sottovia, si è utilizzata la stessa tipologia di armatura utilizzata per l'illuminazione stradale, con montaggio a parete in orizzontale su apposito supporto. L'apparecchio illuminante scelto avrà una potenza di 56W, con 8590 lm.

Di seguito si riepilogano i risultati della verifica illuminotecnica.

RAMPE S1RA03, S1RA04;

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,49 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,65$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,78$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=11$.

RAMPE S1RA01, S1RA02;

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,49 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,65$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,78$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=11$.

ASSE S1AS02

CARREGGIATA 1

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,07 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,87$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,87$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=13$;

CARREGGIATA 2

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,31 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,68$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,76$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=13$;

PISTA CICLABILE

- Illuminamento Medio, $E=18,99 \text{ lux}$;
- Illuminamento Minimo Mantenuto, $E_m=10,59 \text{ lux}$.

ASSE S1AS04

CARREGGIATA 1

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,26 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,66$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,77$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=13$;

CARREGGIATA 2

- Luminanza Media (minima mantenuta), $L_m=1,24 \text{ cd/m}^2$;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,69$;
- Uniformità Longitudinale (minima/massima lungo mezzeria), $U_l=0,72$;
- Abbagliamento Debilitante massimo, $T_1\%=13$;

PISTA CICLABILE ASSE S1AS08

- Pista Ciclabile, Illuminamento Medio, $E_m=13,84$ lux;
- Pista Ciclabile, Illuminamento Minimo Mantenuto, $E_m=6,10$ lux.

ROTATORIA S1RT01

- Illuminamento medio, $E_m=21$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,45$.

ROTATORIA ESISTENTE S1RT02

- Illuminamento medio, $E_m=20$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,48$.

ROTATORIA S1RT03

- Illuminamento medio, $E_m=22$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,47$.

ROTATORIA S1RT03

- Illuminamento medio, $E_m=21$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,52$.

SOTTOPASSO ST01

- Illuminamento medio, $E_m=31$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,63$.

SOTTOPASSO ST02

- Illuminamento medio, $E_m=25$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,60$.

SOTTOPASSO CICLOPEDONALE ST10

- Illuminamento medio, $E_m=26$ lux;
- Uniformità Globale (minimo/medio), $U_o=0,48$.

Si rimanda al calcolo di verifica illuminotecnica per maggiori dettagli.

Le prestazioni dell'impianto di illuminazione rispettano i requisiti precedenti minimi previsti dalle Norma UNI11248:2016, UNI EN 13201-2:2016 e della Legge Regionale N. 19 del 29/09/2003 in materia di risparmio energetico ed inquinamento luminoso, con sua applicazione nella Terza Direttiva Regionale come da Delibera GPG/2015/1862.

5.7 IPEA E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'APPARECCHIO

L'apparecchio utilizzato nel progetto illuminotecnico del nuovo impianto di illuminazione stradale è caratterizzato da una efficienza luminosa, dichiarata dal produttore e riportata all'interno delle verifiche illuminotecniche allegate alla documentazione di progetto, per ciascuna sezione stradale, pari a **132,9 lm/W**, **120,4 lm/W** per gli apparecchi installati su pista ciclabile.

Ai sensi del punto II comma b), art. 4 della Direttiva di Giunta Regione Emilia N. 1732 del 12/11/2015, l'apparecchio deve essere caratterizzato da un indice IPEA, definito nell'Allegato D della stessa Direttiva, come:

$$IPEA = \eta_a / \eta_r$$

- con η_a , efficienza globale dell'apparecchio,
- con η_r , efficienza globale di riferimento.

Per l'apparecchio utilizzato nel calcolo stradale, l'efficienza globale η_a è pari a **132,9**; l'efficienza di riferimento η_r è pari a **75**, come da tabella 2 dell'Allegato D.

Pertanto l'indice IPEA dell'apparecchio, per le zone di calcolo stradale è pari a **1,77** a cui corrisponde una classe **A++**.

Per l'apparecchio utilizzato nel calcolo ciclabile, l'efficienza globale η_a è pari a **120,4**; l'efficienza di riferimento η_r è pari a **50**, come da tabella 2 dell'Allegato D.

Pertanto l'indice IPEA dell'apparecchio, per le zone di calcolo stradale è pari a **2,4** a cui corrisponde una classe **A++**.

5.8 IPEI E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO

L'impianto di illuminazione, ai sensi del punto I, comma c), art. 4 della Direttiva di Giunta Regione Emilia N. 1732 del 12/11/2015, deve rispondere al requisito di prestazione energetica **IPEI**, corrispondente alla Classe B o superiore.

L'indice IPEI è definito come:

$$IPEI = \frac{SL}{SL_R} \cdot k_{inst}$$

(in luminanza)
per ambiti stradali

$$IPEI = \frac{SE}{SE_R} \cdot k_{inst}$$

(in illuminamento)
per gli altri ambiti

con,

- SLEEC espresso dalle formule

$$SL = \frac{P_{app}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{cd / m^2 \cdot m^2} \right] \qquad SE = \frac{P_{app}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

- e SLEEC di Riferimento come riportato in tabelle 2, 3 dell'Allegato E della Direttiva.

Di seguito, si riportano, per ciascuna sezione stradale e per ciascuna rotatoria, con calcolo in luminanza ed illuminamento, i dettagli di calcolo dell'indice IPEI con il riscontro della "Classe Energetica" di riferimento.

RAMPE TANGENZIALE - S1RT01/S1RT02	
Classe B	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Luminanza Media Mantenuta, Lm =	1,48
Interdistanza di riferimento, ir =	35,00
Larghezza media carreggiata, lm =	4,00
Luminanza Minima Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	1,00
SLEEC di Riferimento =	0,55
SLEEC Impianto=	0,48
Kinst =	1,23
Indice IPEI =	1,07

ASSE S1AS02	
Classe A+	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Luminanza Media Mantenuta, Lm =	1,07
Interdistanza di riferimento, ir =	17,50
Larghezza media carreggiata, lm =	13,00
Luminanza Minima Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	1,00
SLEEC di Riferimento =	0,55
SLEEC Impianto=	0,41
Kinst =	1,03
Indice IPEI =	0,76

ASSE S1AS04	
Classe A+	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Luminanza Media Mantenuta, Lm =	1,04
Interdistanza di riferimento, ir =	35,00
Larghezza media carreggiata, lm =	7,50
Luminanza Minima Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	0,75
SLEEC di Riferimento =	0,55
SLEEC Impianto=	0,36
Kinst =	1,18
Indice IPEI =	0,78

ROTATORIA S1RT01 Classe A++	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Illuminamento Medio Mantenuto, Em =	21,00
Interdistanza di riferimento, ir =	35,00
Larghezza media carreggiata, lm =	6,00
Illuminamento Minimo Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	20,00
SLEEC di Riferimento =	0,0370
SLEEC Impianto=	0,0224
Kinst =	1,0000
Indice IPEI =	0,61

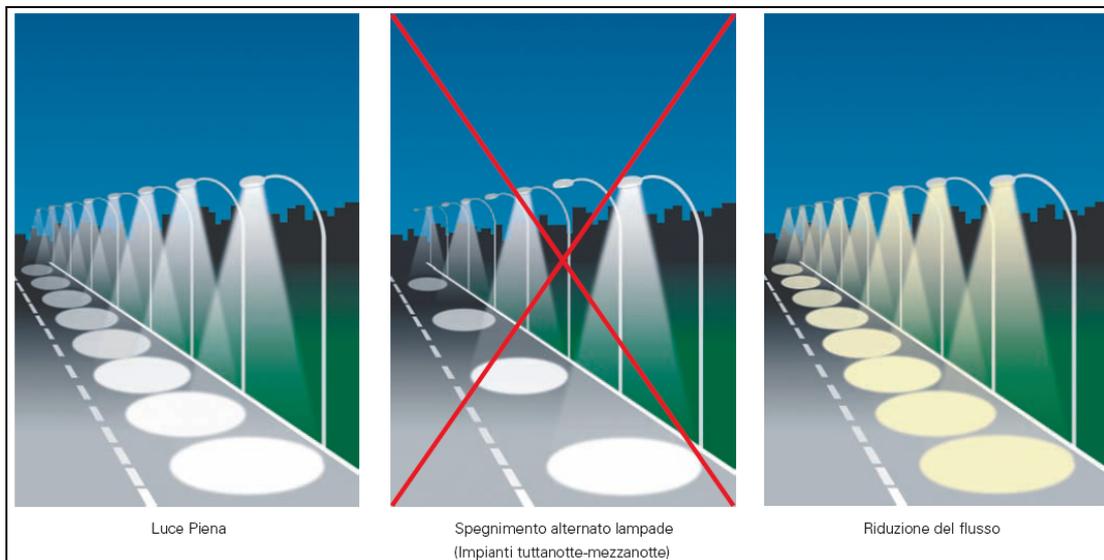
ROTATORIA S1RT02 Classe A++	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Illuminamento Medio Mantenuto, Em =	21,00
Interdistanza di riferimento, ir =	40,00
Larghezza media carreggiata, lm =	6,00
Illuminamento Mnimo Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	20,00
SLEEC di Riferimento =	0,0370
SLEEC Impianto=	0,0196
Kinst =	1,0000
Indice IPEI =	0,53

ROTATORIA S1RT03 Classe A++	
Potenza Apparecchio, P =	99,00
Illuminamento Medio Mantenuto, Em =	21,00
Interdistanza di riferimento, ir =	27,00
Larghezza media carreggiata, lm =	7,00
Illuminamento Mnimo Mantenuta per Categoria Illuminotecnica =	20,00
SLEEC di Riferimento =	0,0370
SLEEC Impianto=	0,0249
Kinst =	1,0000
Indice IPEI =	0,67

6. REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE

6.1 NORMATIVA

L'uso razionale delle risorse è un tema che si sta progressivamente affermando nella coscienza comune e la disponibilità dell'energia non ne giustifica più lo spreco. Da questa consapevolezza emerge sempre più forte l'esigenza di salvaguardare l'ambiente. Questo tema è stato affrontato con attenzione e responsabilità dai molti Paesi che hanno aderito al Protocollo di Kyoto. Attualmente le norme prescrivono, per il comparto di pubblica illuminazione, un livello massimo di luminanza media mantenuta (impianto a pieno regime) riferito alla condizione di maggior traffico stradale, e consentono la riduzione del flusso luminoso in corrispondenza di un minore flusso di veicoli. I livelli di uniformità fissati dalla norma sono tali che gli impianti tuttanotte/mezzanotte, non rappresentano più una soluzione praticabile. La norma dà la possibilità di parzializzare il flusso luminoso durante le ore di ridotta attività, a condizione di conservare l'uniformità (evitando di spegnere alcune parti dell'impianto). Se si dimmerizza il flusso luminoso, pur mantenendo costante la somma di luce naturale e artificiale, si possono conseguire significativi risparmi.



6.2 REGOLATORE DI FLUSSO

Ciascun apparecchio illuminante, con esclusione di quelli installati lungo le piste ciclabili nei sottopassi, saranno integrati con il sistema DYNA CONTROL.

Il regolatore di flusso luminoso è uno stabilizzatore che consente una regolazione della corrente erogata all'apparecchio, in funzione dei flussi di traffico stimati e delle ore di accensione dell'impianto. La riduzione di potenza ai valori programmati durante il funzionamento a regime normale e la riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del flusso del traffico lo consente, determinano una contrazione nei consumi di energia elettrica.

6.3 CRITERI DI APPLICAZIONE DELLA REGOLAZIONE

Come descritto precedentemente, il progetto prevede l'illuminazione di svincoli, strade e sottovia. E' possibile applicare la regolazione di flusso sia agli svincoli, sia alla strada ed ai sottovia, escludendo l'illuminazione aggiuntiva per la pista ciclabile. Durante le ore diurne, gli interruttori astronomici determineranno la disattivazione di tutto l'impianto d'illuminazione.

Al crepuscolo, il dispositivo di comando attiverà a pieno regime l'impianto d'illuminazione dedicato alla pista ciclabile (ON/OFF).

Il dispositivo DYNA CONTROL è un sistema automatico di controllo del flusso luminoso delle lampade. Il sistema entra in funzione alla prima accensione calcolando per 3 giorni i tempi di

accensione, il quarto giorno il sistema in modo autonomo calcola la mezzanotte virtuale eseguendo una regolazione del flusso regolando la lampada come indicato sullo schema di Fig. 1.

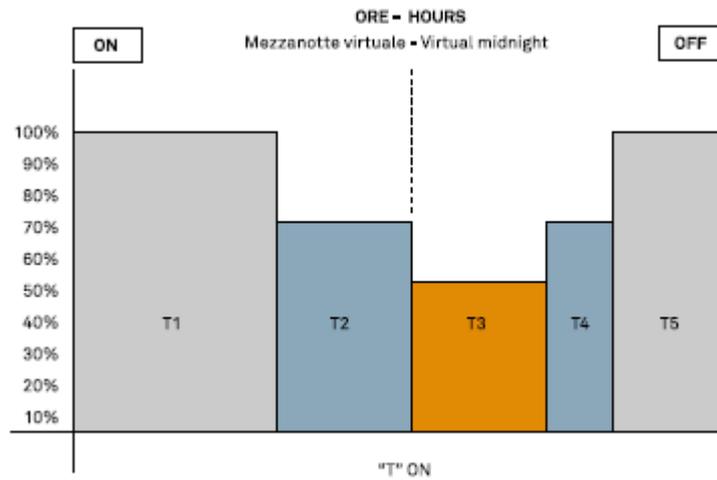


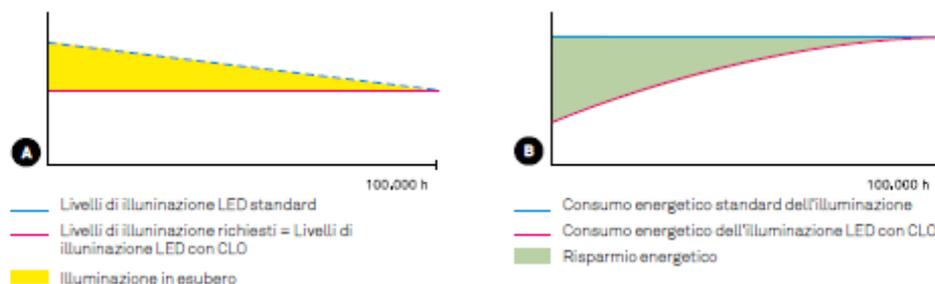
Fig. 1

Per i primi tre giorni quindi il sistema manterrà le lampade accese al 100%, nel tempo di accensione dell'impianto, il quarto giorno entrerà in funzione il sistema DYNA CONTROL gestendo in modo autonomo il flusso luminoso garantendo così un notevole risparmio energetico.

Accensioni inferiori ad 1 ora (es. manutenzione) verranno ignorate ed il sistema non entra in funzione, per accensioni da 1 a 4 ore (es. anomalia impianto) o superiori alle 23 ore (es. impianto sempre acceso), il sistema resetta il timer quindi ricomincerà a contare per i primi 3 giorni e successivamente riprenderà il funzionamento automatico.

Inoltre ciascun apparecchio installato, compresi quelli di rinforzo alle piste ciclabili nei sottopassi, saranno dotati, come richiesto dal DECRETO 22 febbraio 2011: "Adozione dei criteri ambientali minimi da inserire nei bandi gara della Pubblica amministrazione per l'acquisto dei seguenti prodotti: tessili, arredi per ufficio, illuminazione pubblica, apparecchiature informatiche", di dispositivo CLO – COSTANT LIGHT OUTPUT, per la riduzione della potenza assorbita da ciascun apparecchio durante la fase iniziale di esercizio.

Tutte le fonti di luce (anche i LED) hanno una riduzione della produzione di luce nel corso del tempo. Per garantire il minimo richiesto di livelli di luce in un impianto, il progetto di illuminazione è calcolato in base al livello di luce alla fine della vita utile della lampada (di normale punto L70: 70% dei Lumen iniziali). Ciò significa che il sistema consuma più potenza del necessario, sprecando in media 15% di energia durante la sua vita.



L'emissione luminosa funzionalità costante (CLO) compensa questa perdita di luce, in modo che i LED siano in grado di fornire sempre il livello di luce necessaria.

L'alimentatore può essere programmato per erogare corrente costante ad un livello ridotto per un nuovo apparecchio, ed aumentare gradualmente compensando il decadimento del flusso luminoso.

Ciò influisce positivamente sulla vita della sorgente luminosa, sul risparmio energetico, prolungando la durata del sistema.

La regolazione della potenza erogata viene fatta in base al contatore delle ore di esercizio.

Ad intervalli di tempo di 4.000 ore, il sistema incrementa la corrente del corrispondente valore di decadimento del flusso luminoso indicato dai costruttori della sorgente luminosa. In questo modo il flusso luminoso dell'apparecchio rimane costante per tutta la sua vita.

7. VERIFICA STATICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE DEL PALO

Si considera un plinto di dimensioni 100x100cm e di altezza 100cm.

7.1 DATI DI PROGETTO

Ai fini del calcolo dell'azione del vento sono state considerate le seguenti caratteristiche geometriche del palo:

Caratteristiche	del
Altezza totale	9.0 m
Diametro	0.10 m

Di seguito si riportano inoltre i parametri del sito considerato:

Zona	1
vb,0	25 m/s
a0	1000 m
Ka	0.01 1/s
altitudine sito	90 m
velocità base vb	25 m/s
pressione cinetica qb	390.625 N/mq
classe rugosità terreno	B
categoria esposizione	IV
Kr	0.22
z0	0.3 m
zmin	8 m
coefficiente di forma cp	1.2
coefficiente dinamico cd	1
coefficiente topografia ct	1

7.2 CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO

Il calcolo dell'azione del vento è stato eseguito nel seguente modo:

Coefficiente di esposizione ce z (m) Pressione del vento (N/mq) Pressione x diametro (N/m) Risultanti (moltiplicazione per Dz)

1.634211973	0.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	1	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	1.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	2	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	2.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	3	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	3.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	4	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	4.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	5.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	6	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	6.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	7	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	7.5	766.0368624	83.498018	41.749009
1.634211973	8	766.0368624	83.498018	41.749009
1.674198079	8.5	784.7803494	85.54105808	42.770529
1.712223825	9	802.6049178	87.48393604	43.741968
Azione totale (N)				754.496641

7.3 VERIFICA A RIBALTAMENTO

Le caratteristiche geometriche utilizzate ai fini della verifica a ribaltamento del plinto di fondazione vengono riportate qui sotto:

Caratteristiche	
H altezza plinto	1 m
B base plinto	1 m
A	1 m
Lunghezza sbraccio	2.5 m

La verifica è stata quindi eseguita nel seguente modo:

Verifica ribaltamento rispetto al			
	Azione (N)	Braccio	
Plinto	2500	0.	
Pal	1060	0.	
Sbracci	13	2.	
Vento	754.4	4	

Momento ribaltante	4250.8	N*m
Momento stabilizzante	1250	N*m
C.S	2,9	

La verifica risulta quindi soddisfatta.

8. DISPOSITIVI DI CONTROLLO SOTTOVIA

Nei sottovia, sono previsti sistemi di sollevamento acqua reflue. Tuttavia, la vasca di accumulo prevista, in occasione di grosse piogge, potrebbe riempirsi più del previsto; al fine di controllarne il

livello di riempimento, si prevede l'installazione di un sensore ad ultrasuoni in grado di determinare il livello di acqua raggiunto in vasca ed un sensore ad ultrasuoni in grado di determinare il livello di acqua raggiunto nel sottopasso. Il sensore in vasca, per mezzo di una centralina di controllo, trasmetterà i dati mediante GSM al centro di controllo di supervisione, mentre il sensore nel sottovia, oltre a trasmettere i dati al centro di controllo, attiverà un semaforo posto in entrambi gli accessi al sottovia, commutandolo da verde a rosso ed attivando un dispositivo ottico/acustico (sirena), montato sopra ai semafori.



All'interno del quadro elettrico locale, a servizio del sistema di allarme, è previsto un gruppo di continuità (UPS) da 600 VA, in grado di mantenere l'alimentazione, in mancanza di rete, per 30 minuti. L'UPS è previsto del tipo line-interactive.

9. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Sono previsti impianti di sollevamento acque per i sottovia presenti. Questi sono dotati di un sistema di accumulo e da gruppi di pompaggio opportunamente dimensionati atti a garantire l'allontanamento delle acque.

Il dimensionamento del sistema di accumulo delle acque è stato effettuato in modo tale da garantire la sicurezza idraulica dei sottopassi anche nel caso di non funzionamento delle pompe. Tuttavia l'alimentazione dei gruppi di sollevamento sarà garantita anche in "alimentazione di riserva" dai Gruppi Elettrogeni ad avviamento automatico in caso di assenza rete dal Distributore.

Sono altresì presenti impianti di sollevamento delle acque di piattaforma a valle del sistema di trattamento per la scarica in corsi d'acqua arginati.

Nel complesso, gli impianti di sollevamento relativi allo Svincolo 1 sono i seguenti:

- IS_01 – sottopasso ST01, sottovia Rete 2;

- IS_07 – sottopasso ST02, sottovia Via Hiroshima.
- IS_08 – Torrente Crostolo.

L'impianto di sollevamento IS_01, asservito al sottopasso ST01, sottovia Rete 2, è caratterizzato da un gruppo ITT N 3085 SH/MT, o similare, composto da 1+1+1 pompe, in parallelo, con prevalenza pari a 16.50m e portata 10l/s ciascuna.

Ciascuna pompa è accoppiata ad un motore elettrico 400V, 50Hz della potenza nominale di 2,4kW.

Il gruppo di sollevamento sarà alimentato dal Quadro QG S1RT01 in alimentazione normale e da un Gruppo Elettrogeno della potenza minima di 32 kVA in riserva con commutazione automatica.

La potenza del Gruppo Elettrogeno sarà sovradimensionata a 80kVA, in funzione di possibili ampliamenti futuri.

L'impianto di sollevamento IS_07, asservito al sottopasso ST02, sottovia Via Hiroshima, è caratterizzato da un gruppo ITT N 3085 SH/MT, o similare, composto da 1+1+1 pompe, in parallelo, con prevalenza pari a 12.50m e portata 10l/s ciascuna.

Ciascuna pompa è accoppiata ad un motore elettrico 400V, 50Hz della potenza nominale di 2,4kW.

Il gruppo di sollevamento sarà alimentato dal Quadro QG S1RT02 in alimentazione normale e da un Gruppo Elettrogeno della potenza minima di 32 kVA in riserva con commutazione automatica.

La potenza del Gruppo Elettrogeno sarà sovradimensionata a 80kVA, in funzione di possibili ampliamenti futuri.

L'impianto di sollevamento IS_08, per lo scarico delle acque di piattaforma nel Torrente Crostolo, è caratterizzato da un gruppo ITT NP 3102 MT, o similare, composto da 1+1 pompe, in parallelo con prevalenza pari a 7.50m e portata 10l/s ciascuna.

Ciascuna pompa è accoppiata ad un motore elettrico 400V, 50Hz della potenza nominale di 3,1kW.

Il gruppo di sollevamento sarà alimentato dal Quadro QG IS_08 in alimentazione normale e da un Gruppo Elettrogeno della potenza minima di 32 kVA in riserva con commutazione automatica.

La potenza del Gruppo Elettrogeno sarà sovradimensionata a 80kVA, in funzione di possibili ampliamenti futuri.

10. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Le sezioni di impianto di nuova realizzazione saranno alimentate, per ciascuna rotatoria o intersezione, direttamente dall'Ente Distributore di energia elettrica in bassa tensione. Il sistema elettrico sarà quindi di tipo TT. L'alimentazione dell'impianto avverrà in corrente alternata a 50 Hz, con tensione nominale di alimentazione pari a 400 V.

Dal Quadro Generale QG di rotatoria o svincolo o sollevamento saranno alimentati, i circuiti di illuminazione, controllo allagamento sottovia, alimentazione impianti di sollevamento.

I circuiti di illuminazione saranno alimentati per mezzo di contattori comandati dagli interruttori crepuscolari/orari.

Gli organi illuminanti, carichi monofase, saranno suddivisi su più circuiti trifase, in modo da rendere il carico sostanzialmente trifase equilibrato.

Le condutture delle linee di alimentazione saranno costituite da cavi in ALLUMINIO isolati in gomma di qualità G7 e con guaina in PVC, di tipo ARG7R 0,6/1kV, viaggianti in cavidotti di tipo

450 o 750 di diametro DN 160 ed interrati ad una profondità superiore a 0,8m su letto di sabbia vagliata.

In riferimento alla scelta della tipologia di cavo si specifica che il materiale conduttore Alluminio è stato richiesto direttamente dalla committente; in merito alla tipologia di isolante, non CPR, si chiarisce quanto segue.

Il regolamento prodotti da costruzione, n. 305/11 che impone l'utilizzo di cavi CPR a decorrere dal 09/08/17, si applica ai materiali *"destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse"*.

Se i cavi non sono incorporati in un'opera di costruzione (come nel caso dell'impianto di illuminazione pubblica all'aperto) non si applica il regolamento.

Dal punto di vista tecnico, ad un cavo all'aperto e tra l'altro in posa interrata non ha senso applicare i requisiti di reazione e propagazione dell'incendio.

La distribuzione sarà in tubazione PVC interrata, ad una profondità non inferiore ad 80cm, tipo di posa 61 secondo la Norma CEI UNEL 35026.

La distribuzione degli impianti nei sottopassi sarà a vista in canale metallico 100x75mm con coperchio, IPX4, da cui saranno derivate mediante cassetta in metallo e tubazione flessibile TAZ le alimentazioni ai singoli apparecchi illuminanti.

Il dimensionamento delle linee è stato effettuato tenendo conto della caduta di tensione, il cui limite massimo ammesso è pari al 4% per i circuiti di alimentazione FM e 5% per i circuiti di alimentazione, in riferimento alla tensione nominale di alimentazione, come prescritto dalla Norma CEI 64-8. La portata dei cavi è stata calcolata tenendo conto della contemporanea posa di più circuiti nella stessa tubazione, con riferimento alla posa interrata, come specificato dalla Norma CEI UNEL 35026.

Il dimensionamento globale dell'impianto, in termini di sezioni dei cavi, potenze elettriche e cadute di tensione è stato sovradimensionato considerando un margine del 20% che può tener conto di eventuali ampliamenti futuri.

Le connessioni dei centri luminosi alle linee di alimentazione saranno realizzate mediante giunti a muffola in resina colata od iniettata, posti in pozzetti di derivazione e/o tramite morsetti adeguati posti all'interno delle cassette di derivazione. I diametri delle tubazioni saranno sempre maggiori del 30% rispetto al diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi presenti al loro interno, in ossequio ai consigli delle regole di buona tecnica.

10.1 I CARICHI ELETTRICI

I carichi elettrici saranno costituiti da apparecchi illuminanti e gruppi di sollevamento, così suddivisi:

- Quadro Elettrico QG S1RT01 – 49 apparecchi illuminanti della potenza di 100W e N. 1 gruppo di pompaggio composto da N. 3 elettropompe della potenza di 2,4kW ciascuna – potenza complessiva pari a 13,0 kW;
- Quadro Elettrico QG S1RT02 – 52 apparecchi illuminanti della potenza di 100W, N. 11 apparecchi illuminanti della potenza di 56W e N. 1 gruppo di pompaggio composto da N. 3 elettropompe della potenza di 2,4kW ciascuna – potenza complessiva pari a 14,1 kW;
- Quadro Elettrico QG S1RT03 – 9 apparecchi illuminanti della potenza di 100W, N. 16 apparecchi illuminanti della potenza di 35W e N. 3 apparecchi illuminanti della potenza di 56W – potenza complessiva pari a 2,0 kW;

- Quadro Elettrico QG IS_08 – N. 1 gruppo di pompaggio – potenza complessiva pari a 6,2 kW.

Dal punto di vista dell'alimentazione elettrica si tratta di carichi che non necessitano di particolari accorgimenti per il loro funzionamento.

10.2 LA PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

Per gli impianti di illuminazione non è richiesta una specifica protezione contro il sovraccarico, in quanto un organo illuminante non può generare una simile sovracorrente, mentre può dar luogo ad una corrente elevata solo in caso di cortocircuito.

Si ritiene di prevederla comunque, poiché in tal caso, essendo utilizzato un unico dispositivo di protezione dalle sovracorrenti, la norma CEI 64-8 non richiede la verifica della protezione dal cortocircuito a fondo linea (lunghezza massima protetta).

Per la protezione da sovraccarico, le relazioni da soddisfare sono le seguenti:

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z; \quad 2) I_f \leq 1,45 \cdot I_z;$$

dove:

I_b è la corrente di impiego del circuito

I_z è la portata in regime permanente della conduttura

I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione in condizioni definite

Utilizzando per la protezione dai sovraccarichi interruttori magnetotermici, ovvero dotati di relais in grado di offrire una protezione combinata da sovraccarico e cortocircuito, la relazione 2) è soddisfatta automaticamente a patto di applicare correttamente la relazione 1).

Per la protezione da cortocircuito, le relazioni da verificare sono le seguenti:

$$1) PdI \leq I_{CC-MAX}; \quad 2) \int_0^t i^2 dt \leq K^2 \cdot S^2;$$

Se la protezione dal cortocircuito è realizzata contemporaneamente a quella dal sovraccarico mediante un unico dispositivo di protezione, la condizione 2) può essere considerata come sempre verificata.

Dato che l'impianto è esercito in bassa tensione direttamente da rete del Distributore, il valore presunto della I_{cc} nel punto di consegna, e quindi massimo, è standardizzato a 6kA.

Per il dimensionamento dei quadri elettrici si farà riferimento alle tavole di progetto.

10.3 LA PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI

La protezione contro i contatti diretti sarà pienamente garantita dalle due misure classiche di protezione totale: l'isolamento e l'uso di contenitori aventi grado di protezione meccanico di almeno IPXXB.

La protezione contro i contatti indiretti per l'impianto di illuminazione sarà garantita realizzando l'impianto di Classe II, cioè a doppio isolamento per la parte di apparecchiatura, e a cavi tipo ARG7R ed FG7OR, 0,6/1 kV con giunzioni e attraversamenti anch'essi di CLASSE II per quella di impianto.

Per gli impianti di Classe II, secondo la Norma CEI 64/8, l'impianto di terra non è richiesto, anzi è proibito.

La protezione con componenti di Classe II permette, inoltre, di evitare l'obbligo della denuncia dell'impianto di terra ad INAIL ed A.R.P.A. territorialmente competenti e delle relative verifiche periodiche previste dal D.P.R. 462/01.

La protezione contro i contatti indiretti per gli impianti di sollevamento sarà garantita utilizzando il criterio dell'interruzione dei circuiti per intervento di protezioni differenziali aventi sensibilità pari a 0,3 A, in accoppiamento ad un impianto di terra caratterizzato da N° 2 dispersori di terra in acciaio zincato aventi altezza pari a 1500mm e sezione a croce 50x50x5 mm infissi entro pozzetti ispezionabili in cls da 400x400x600 con chiusino in ghisa carrabile. il collegamento tra i dispersori verticali ed il nodo di terra, questo posto direttamente nel QG sarà in corda di rame nuda 1x16 mmq.

10.4 LA PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

La protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria, come espressamente indicato nella Norma CEI 64-8.

11. CIRCUITI E CAVIDOTTI

Si prevede l'installazione di un cavidotto in tubo corrugato DN 160 lungo tutto il tracciato d'interesse, nel quale saranno posati i cavi di tipo ARG7R per l'alimentazione dell'illuminazione pubblica e dei dispositivi di controllo dei sottovia. Ove necessario, ed in corrispondenza di ciascun attraversamento stradale, sono previsti pozzetti rompi tratta e/o di derivazione da 40x40 cm senza fondo, per assicurare l'eventuale drenaggio.

Nei sottovia, la distribuzione interna avverrà mediante passerella e risalita cavi dal pozzetto di derivazione o da cassetta metallica.

Secondo la NORMA CEI 11-27 - art. 6.4, in corrispondenza degli attraversamenti delle linee in cavo interrato, il cavidotto deve essere posato entro tubazione di acciaio da 8" prolungata di almeno 0,60 m fuori della sede stradale, da ciascun lato di essa, e disposta a profondità non minore di 1,00 m sotto il piano stradale.

12. QUADRI ELETTRICI

Sono previsti 4 punti di consegna dal Distributore per l'alimentazione degli impianti a progetto.

Ogni punto di consegna è dotato di un quadro elettrico di distribuzione, realizzato in Classe II IP 65 con all'interno assiemate e cablate le apparecchiature come da schemi elettrici unifilari allegati alla documentazione di progetto. I quadri elettrici saranno allocati in armadi stradali in vetroresina del tipo stradale con soprizzo per alloggio contatore, il tutto IP55.

Negli schemi elettrici unifilari sono riportati, per ciascuna linea, tutti i dati tecnici e di verifica elettrica:

- potenza elettrica del circuito e corrente impiegata,
- tipo di linea,
- tipo di posa,
- portata,
- lunghezza massima del circuito,
- caduta di tensione e fondo linea,
- dati dell'interruttore di protezione.

Per i circuiti di illuminazione, a vantaggio di sicurezza, dato il basso valore di corrente assorbita, per la determinazione della caduta di tensione a fondo linea si è ipotizzata la presenza di un carico, di potenza complessiva pari all'intero circuito, ubicato a fondo linea.

Tale ipotesi semplificativa restituisce un valore di CDT decisamente più alto e conservativo rispetto a calcolo con il distributore.

I risultati delle cadute di tensione, pur essendo stati eseguiti con tale modalità, sono di gran lunga inferiori ai limiti di norma pari a 5%.

Si rimanda agli schemi elettrici unifilari per maggiori dettagli.

13. SOTTOSCRIZIONE DELL'ELABORATO DA PARTE DEL R.T.P.

STUDIO CORONA S.r.l.

ECOPLAN S.r.l.

I.T. S.r.l.

E&G S.r.l.

CONSORZIO UNING

ARKE' INGEGNERIA S.r.l.

SETAC S.r.l.

ING. RENATO DEL PRETE

DOTT. DANILO GALLO
