

**S.S. 100 “di Gioia del Colle”
COMPLETAMENTO FUNZIONALE E MESSA IN SICUREZZA DELLA S.S. 100, TRA I KM
44+500 E 52+600 (SAN BASILIO) CON SEZIONE DI TIPO B.**

PROGETTO DEFINITIVO

COD. BA291

RESPONSABILE INTEGRAZIONE SPECIALISTICA
Ing. Alessandro Aliotta – Ordine degli Ingegneri di Genova n° 7995 A

IL PROGETTISTA E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Ing. Vito Capotorto – Ordine degli Ingegneri di Taranto n° 1080

IL GEOLOGO
Dott. Geol. Mario Stani
(Ordine dei Geologi della Puglia n° 279)

L'ARCHEOLOGO: Dott.ssa Paola Innuzziello
Elenco MIC n. 2571 – archeologo di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Alberto SANCHIRICO

Progettisti



DIRETTORE TECNICO
Prof. Ing. Andrea Del Grosso



DIRETTORE TECNICO
Ing. Franz Pacher



DIRETTORE TECNICO
Ing. Primo STASI



Ing. Tommaso DI BARI
Ing. Vito CAPOTORTO



DIRETTORE TECNICO
LAND Italia Srl
Arch. Andreas KIPAR

**Impianti Tecnologici
Relazione Tecnica Impianti Elettrici e di Illuminazione**

| CODICE PROGETTO | | NOME FILE | | REVISIONE | SCALA: |
|-----------------|-----------------|---------------------|----------------|------------|-----------|
| PROGETTO | LIV. PROG. ANNO | P00_IM00_IMP_RE01_A | | | |
| STBA0291 | D 23 | CODICE ELAB. | P00IM00IMPRE01 | A | — |
| | | | | | |
| | | | | | |
| A | Prima emissione | 06/2023 | M.DE PASCALIS | P.STASI | P.STASI |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

Sommario

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITA' | 3 |
| 2 | IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE | 4 |
| 2.1 | GENERALITA' | 4 |
| 2.2 | LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO | 4 |
| 3 | PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI | 8 |
| 3.1 | DESCRIZIONE | 8 |
| 3.2 | CRITERI GENERALI POSTI ALLA BASE DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO | 9 |
| 3.3 | ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI | 9 |
| 3.3.1 | <i>Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso</i> | 9 |
| 3.3.2 | <i>Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto</i> | 12 |
| 3.3.3 | <i>Identificazione della categoria illuminotecnica di esercizio</i> | 13 |
| 3.3.4 | <i>Calcolo illuminotecnico</i> | 14 |
| 4 | CRITERI PER LA PER LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI | 15 |
| 4.1 | DATI DI PROGETTO | 15 |
| 4.1.1 | <i>Caratteristiche dell'alimentazione</i> | 15 |
| 4.1.2 | <i>Natura dei carichi</i> | 15 |
| 4.1.3 | <i>Condizioni ambientali</i> | 15 |
| 4.2 | IMPIANTO ELETTRICO – SCELTE PROGETTUALI | 15 |
| 4.2.1 | <i>Suddivisione dell'impianto</i> | 15 |
| 4.2.2 | <i>Sezione dei conduttori</i> | 15 |
| 4.2.3 | <i>Tipi di condutture e relativi modi di posa</i> | 17 |
| 4.3 | DISTRIBUZIONE ELETTRICA SVINCOLI | 19 |
| 5 | SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE | 20 |
| 5.1 | GENERALITÀ | 20 |
| 5.2 | SOSTEGNI | 20 |
| 5.2.1 | <i>Tipologia</i> | 20 |
| 5.2.2 | <i>Basamenti</i> | 20 |
| 5.2.3 | <i>Posa dei pali</i> | 20 |
| 5.3 | APPARECCHI ILLUMINANTI | 21 |
| 5.3.1 | <i>Tipologia apparecchi</i> | 21 |
| 5.3.2 | <i>Montaggio</i> | 21 |
| 5.3.3 | <i>Regolazione del flusso luminoso e gestione da remoto</i> | 21 |
| 5.4 | CAVIDOTTI | 23 |
| 5.4.1 | <i>Tipo di posa</i> | 23 |
| 5.4.2 | <i>Pozzetti</i> | 23 |
| 5.5 | LINEE DI ALIMENTAZIONE | 23 |
| 5.5.1 | <i>Materiali costruttivi</i> | 23 |
| 5.5.2 | <i>Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione</i> | 24 |
| 5.5.3 | <i>Sfilabilità dei cavi</i> | 24 |
| 5.5.4 | <i>Collegamento delle fasi ai punti luce</i> | 24 |
| 5.5.5 | <i>Giunzioni</i> | 24 |
| 5.5.6 | <i>Identificazione dei circuiti e delle fasi</i> | 24 |
| 5.5.7 | <i>Derivazioni verso le armature stradali</i> | 24 |
| 5.5.8 | <i>Impianto di terra</i> | 25 |
| 5.6 | QUADRI ELETTRICI | 25 |
| 6 | PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE | 26 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7 | IMPIANTI VIDEOSORVEGLIANZA | 27 |
| 8 | CAVIDOTTO CAVO FIBRA OTTICA | 28 |

1 GENERALITA'

La presente relazione riguarda il progetto degli impianti elettrici e di illuminazione da realizzarsi nell'intervento di completamento funzionale e messa in sicurezza della S.S. 100 tra i km 44+500 e 52+600 (San Basilio).

Il presente progetto, nelle sue linee generali, prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- impianto di illuminazione esterna e di videosorveglianza in corrispondenza delle aree dello svincolo per Noci. (Rampa uscita Ovest, Rampa entrata Ovest, Rotatoria Ovest, Rampa entrata Est, Rampa uscita Est, Rotatoria Est);
- impianto di illuminazione esterna e di videosorveglianza in corrispondenza della Rotatoria Svincolo SP 23 (svincolo per Noci);
- n. 2 impianti pannello messaggi variabili (PMV) e videosorveglianza con telecamera brandeggiabile da installarsi rispettivamente in corrispondenza della corsia in direzione Gioia del Colle e della corsia in direzione San Basilio;
- cavo a fibra ottica a 24 fibre in cavidotto interrato lungo tutto il tratto stradale di progetto con diramazione ai quadri elettrici di illuminazione stradale e ai PMV;

Per l'alimentazione dei suddetti impianti si prevedono nuove forniture di energia elettrica in corrispondenza degli svincoli ed in corrispondenza dei pannelli a messaggio variabile. Le forniture ENEL saranno trifasi a 400/230V.

2 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE STRADALE

2.1 GENERALITA'

Nel seguito della presente relazione sono descritti i criteri progettuali che adottati in fase di progettazione definitiva dell'impianto di illuminazione stradale previsto in corrispondenza delle aree di svincolo e delle rotonde di progetto.

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

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

Nel progetto si fa riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

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

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

2.2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

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

Le principali norme applicabili sono:

- CEI 64-8 /1~7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua, con particolare riferimento alla sezione 714 "impianti di illuminazione situati all'esterno";
- UNI EN 40-5:2003 Pali per illuminazione pubblica - Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio;
- UNI EN 40-3-3:2013 Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo;
- UNI EN 40-2:2004 Pali per illuminazione pubblica - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni;
- UNI 11248:2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201 – 2:2016 – Illuminazione stradale – Parte 2 – Requisiti prestazionali;
- UNI EN 13201 – 3:2106 – Illuminazione stradale – Parte 3 – Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201 – 4:2106 – Illuminazione stradale – Parte 4 – Metodi delle misurazioni delle prestazioni fotometriche;

- UNI EN 13201 – 5:2106 – Illuminazione stradale – Parte 5 – Indicatori delle prestazioni energetiche;
- UNI 11431 – Luce ed illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- EC 1 2016 UNI 11630:2016 – Luce ed illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- CEN/TR 13201 -1- 2014 – Road lighting –Part 1 – Guidelines on selection of lighting classes;
- UNI 10819:1999 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l' alto del flusso luminoso;
- CIE 115:2010 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic;
- UNI EN 12464-2:2014 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno;
- CIE 126:1997 Guidelines for minimizing sky glow;
- CIE 136:2000 Guide to the Lighting of Urban Areas;
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto;
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI del CT3 - Documentazione e Segni Grafici. Tutti i fascicoli in vigore;
- CEI 8-6 Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione;
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI 11-26 Calcolo degli effetti delle correnti di corto circuito;
- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione;
- CEI 11-48 (CEI EN 50110-1) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI 11-49 (CEI EN 50110-2) Esercizio degli impianti elettrici (allegati nazionali);
- CEI del CT16 - Contrassegni dei terminali ed altre identificazioni: tutti i fascicoli in vigore;
- CEI 16-2 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.
- CEI 16-4 Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura ed identificazione – Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici;
- CEI 16-7 Elementi per identificare i morsetti e la terminazione dei cavi;
- CEI-UNEL 353245 Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1;
- CEI-UNEL 35320 Cavi per energia isolati in gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale Uo/U 0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3;
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza",

- EN 61439-3: Quadri di distribuzione per personale non addestrato;
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS);
- CEI17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS);
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione". Prescrizioni generali;
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici;
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi a 0,6/1 kV;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli;
- CEI 81-2 "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini";
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi general;.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio;
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari- Apparecchi per illuminazione stradale;
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza;
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa;
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati;
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV;

Le principali disposizioni legislative applicabili sono:

- Direttiva Presidenza Consiglio Ministri 3/3/99 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici";
- DM 21 Marzo 1988, n°449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche esterne";

- DM 19 aprile 2006 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali”;
- DM 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- DPR 495/92 e s.m.i. "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada";
- Legge n° 186 del 01.03.1968 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici costruiti “a regola d’arte”;
- Legge n° 791 del 18.01.1977 Attuazione della Direttiva n° 73/23/CEE (abrogata dalla Direttiva n° 2006/95/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere impiegato entro alcuni limiti di tensione;
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008 “Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- D.lgs 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i. - Nuovo codice della strada;
- D.lgs. n°81/2008 e s.m.i. “Testo Unico sulla Sicurezza”;
- D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106 (Regolamento Prodotti da Costruzione, CPR), “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”.
- Legge Regionale 23 novembre 2005, n. 15 “Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” e relativo regolamento regionale di attuazione 22 agosto 2006, n. 13,
- Criteri ambientali minimi di cui al decreto 27 settembre 2017.

Le direttive applicabili sono:

- 2006/95/CE Direttiva Bassa Tensione.
- 2004/108/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica

3 PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI

3.1 DESCRIZIONE

La necessità dell'impianto di illuminazione stradale in corrispondenza degli svincoli è indicata dal D.M. 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali" il quale, al punto 6 dell'allegato, prescrive che l'illuminazione delle intersezioni stradali deve essere sempre prevista nei seguenti casi:

Nodi di Tipo 1: intersezioni a livelli sfalsati con eventuali manovre di scambio (svincolo);

Nodi di Tipo 2: Intersezioni a livelli sfalsati con manovre di scambio o incroci a raso.

Mentre per i Nodi di Tipo 3 (intersezioni a raso) l'illuminazione deve essere realizzata nei casi in cui si accerti la ricorrenza di particolari condizioni ambientali locali, invalidanti ai fini della corretta percezione degli ostacoli, come la presenza di nebbia o foschia.

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

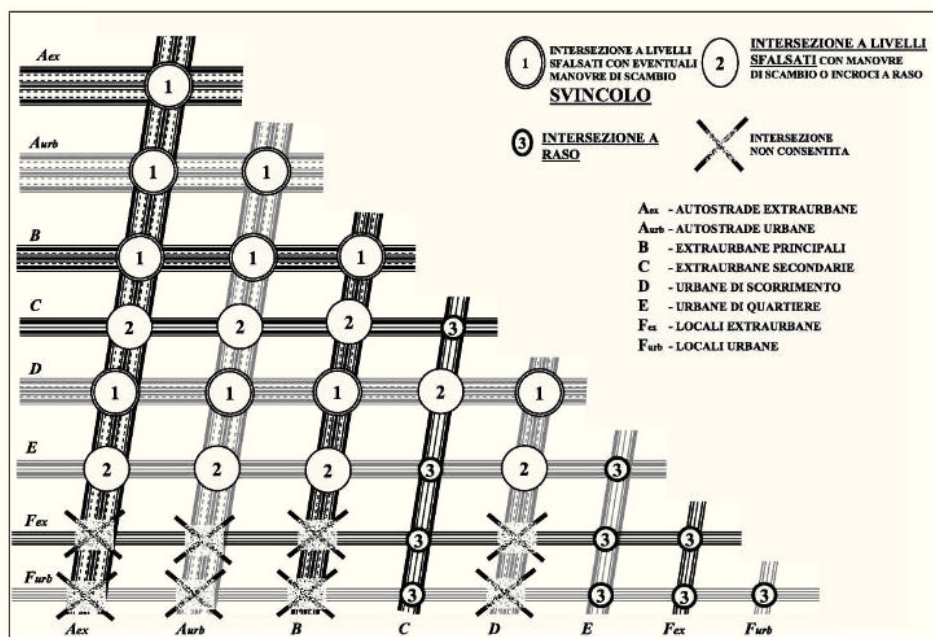


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizione delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

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

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

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

Con questi riferimenti, vengono forniti gli elementi per selezionare le zone di studio, individuare le categorie illuminotecniche e le caratteristiche per definire le procedure di calcolo e di verifica, nonché, in particolare, per fornire i criteri decisionali sull'opportunità di illuminare una strada.

L'applicazione della norma consente la configurazione di un impianto che garantisca la massima efficacia di contributo alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne e soprattutto permetta il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale.

Per l'alimentazione degli impianti di illuminazione sono previste distinte forniture in bassa tensione, ciascuna in corrispondenza di ogni area di svincolo. Per ogni impianto il quadro di alimentazione sarà posto in posizione il più possibile baricentrica dal punto di vista elettrico.

La progettazione ha inoltre recepito le indicazioni contenute nella nota ANAS CDG-0155210-P del 26/11/2014 "Standardizzazione degli impianti tecnologici, contenimento e monitoraggio dei relativi consumi energetici" e quanto previsto nella Legge Regionale 23 novembre 2005, n. 15 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico" e relativo REGOLAMENTO REGIONALE di attuazione 22 agosto 2006, n. 13.

3.2 CRITERI GENERALI POSTI ALLA BASE DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Di seguito si evidenziano le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione.

Per ogni area di intervento si evidenziano i requisiti illuminotecnici con l'identificazione delle categorie illuminotecniche di progetto.

Ai fini illuminotecnici le intersezioni stradali possono essere divise in:

- Intersezioni lineari a raso;
- Intersezioni a livelli sfalsati;
- Intersezioni a rotatoria.

Inoltre, sempre dal punto di vista illuminotecnico, una intersezione stradale può essere considerata un insieme di zone di conflitto, identificabili come:

- Zone di intersezione o attraversamento;
- Zone di diversione o uscita;
- Zone di immissione.

3.3 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI

3.3.1 Identificazione delle categorie illuminotecniche di ingresso

3.3.1.1 Generalità

Le aree di svincolo oggetto di studio, comprese le intersezioni a rotatoria, rientrano nelle tipologie di intersezioni stradali sopra evidenziate.

Le intersezioni lineari a raso o a livelli sfalsati, così come pure le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

3.3.1.2 Identificazione delle zone di studio

Le zone di studio vengono individuate come esplicitato nell'appendice A della norma UNI 11248 del 2016.

In dettaglio si considerano zone oggetto di intervento, per tutte le aree di svincolo, le seguenti zone:

- Svincolo per Noci Km 4+900

- zone di diversione e immissione sulla SS100 (rampa entrata ovest, rampa uscita est, rampa uscita ovest, rampa entrata est);
- Rotatoria Ovest;
- Rotatorie Est;
- Svincolo per San Basilio km 7+750
 - Rotatoria svincolo SP 23.

Il prospetto 1 della norma UNI 11248:2016 di seguito riportato, esplicita la classificazione delle strade secondo la normativa vigente ed associa, a ciascuna di queste, una categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi.

3.3.1.3 Classificazione del tipo di strada

In corrispondenza dello svincolo per Noci la classificazione del tipo di strada è la seguente:

- Asse principale: categoria B (Strade extraurbane principali);
- Bretella Sud-Est, bretella Nord-Est, bretella Ovest e bretella Est: categoria C2 (Strade extraurbane secondarie).

In corrispondenza dello svincolo per San Basilio la classificazione del tipo di strada è la seguente:

- Asse principale categoria C1 (Strade extraurbane secondarie)

La categoria illuminotecnica di ingresso associata ai suddetti tipi di strade è M2, come riportato nel seguente prospetto.

Prospetto 1 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

| Tipo di strada | Descrizione del tipo della strada | Limiti di velocità [km h-1] | categoria illuminotecnica di ingresso |
|--|---|-----------------------------|---------------------------------------|
| A1 | Autostrade extraurbane | Da 130 a 150 | M1 |
| | Autostrade urbane | 130 | |
| A2 | Strade di servizio alle autostrade extraurbane | Da 70 a 90 | M2 |
| | Strade di servizio alle autostrade urbane | 50 | |
| B | Strade extraurbane principali | 110 | M2 |
| | Strade di servizio alle strade extraurbane principali | Da 70 a 90 | M3 |
| C | Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) | Da 70 a 90 | M2 |
| | Strade extraurbane secondarie | 50 | M3 |
| | Strade extraurbane secondarie con limiti particolari | Da 70 a 90 | M2 |
| D | Strade urbane di scorrimento | 70 | M2 |
| | | 50 | |
| E | Strade urbane di quartiere | 50 | M3 |
| F | Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) | Da 70 a 90 | M2 |
| | Strade locali extraurbane | 50 | M4 |
| | | 30 | C4/P2 |
| | Strade locali urbane | 50 | M4 |
| | Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30 | 30 | C3/P1 |
| Strade locali urbane: altre situazioni | 30 | C4/P2 | |

| | | | |
|-------------|---|----------------|-------|
| | Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni ammessi altri utenti) | 5 | C4/P2 |
| | Strade locali interzonali | 50 | M3 |
| | | 30 | C4/P2 |
| Fbis | Itinerari ciclo-pedonali | Non dichiarato | P2 |
| | Strade a destinazione particolare | 30 | |

3.3.1.4 Strade di accesso non illuminate

Con riferimento al prospetto 6 della norma UNI 11248, riportato di seguito, nel caso di zone di studio facenti parte di una strada non illuminata, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere pari alla maggiore tra categorie illuminotecniche di ingresso previste per le strade di accesso se venissero illuminate.

| Categoria illuminotecnica comparabile | | | | | | |
|--|----|----|----|----|----|----|
| Condizione | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 |
| Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$ | C0 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
| Se $0,05 \text{ sr}^{-1} \leq Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 |
| Se $Q_0 \geq 0,08 \text{ sr}^{-1}$ | C2 | C3 | C4 | C5 | C5 | C5 |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 |
| Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B. | | | | | | |

Prospetto 6 – UNI 11248:2016

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M2 e il valore Q_0 (Coefficiente medio di luminanza) pari a $0,07 \text{ sr}^{-1}$ (classe C2 per le pavimentazioni di asfalto), come indicato nel prospetto B.1 della UNI 11248:2016 di seguito riportato, la categoria illuminotecnica di ingresso all'analisi dei rischi deve essere pari a C2.

| Classe | Ripartizione del coefficiente ridotto di luminanza | Coefficiente medio di luminanza | Fattore di specularità | Gamma del fattore di specularità |
|--------|--|---------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| C1 | Vedere prospetto C.2 | 0,10 | 0,24 | $St \leq 0,4$ |
| C2 | Vedere prospetto C.3 | 0,07 | 0,97 | $St > 0,4$ |

Prospetto B.1 – UNI 11248:2016

3.3.1.5 Intersezioni a rotatoria con rami di approccio illuminati

Facendo sempre riferimento ai prospetti sopra riportati al par. A.3.1.3 della norma UNI 11248, la categoria illuminotecnica di ingresso deve essere di un livello superiore alla maggiore tra quelle previste per i rami di approccio: nel caso in esame, le rotatorie presentano rami di approccio con categoria di ingresso C2, quindi si impone per le rotatorie una categoria di ingresso C1.

3.3.2 Identificazione della categoria illuminotecnica di progetto

Le categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio vengono calcolate attraverso un'analisi dei rischi, così come descritto nel cap. 8 della norma UNI 11248:2016. L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza, di seguito esplicitati, al fine di individuare le categorie illuminotecniche che garantiscono la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando, allo stesso tempo, i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

I parametri di influenza si distinguono tra quelli costanti nel lungo periodo (prospetto 2), in base ai quali si determina la categoria di progetto, e quelli variabili nel tempo (prospetto 3), che determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto.

| Parametro di influenza | Riduzione massima della categoria illuminotecnica |
|--|---|
| Complessità del campo visivo normale | 1 |
| Assenza o bassa densità di zone di conflitto | 1 |
| Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali | 1 |
| Segnaletica stradale attiva | 1 |
| Assenza di pericolo di aggressione | 1 |

Prospetto 2 – UNI 11248:2016

In aggiunta a questi, l'utilizzo di apparecchi che emettono luce con indice generale di resa dei colori $R_a \geq 60$ e rapporto scotopico-fotopico $S/P \geq 1,10$, consente, nell'analisi dei rischi, un valore massimo di riduzione pari a 1.

| Parametro di influenza | Riduzione massima della categoria illuminotecnica |
|---|---|
| Flusso orario di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio | 1 |
| Flusso orario di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio | 2 |
| Riduzione della complessità nella tipologia di traffico | 1 |

Prospetto 3 – UNI 11248:2016

Nel presente progetto, l'utilizzo di apparecchi a LED ad alta efficienza consente la riduzione di 1 categoria illuminotecnica, mentre l'influenza degli altri parametri di influenza costanti si è valutata come segue:

| Parametro di influenza | Valore di riduzione assegnato |
|--|-------------------------------|
| Complessità del campo visivo normale | 0,2 |
| Assenza o bassa densità di zone di conflitto | 0 |
| Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali | 0,2 |
| Segnaletica stradale attiva | 0,2 |
| Assenza di pericolo di aggressione | 0 |

Da questa valutazione, sommando i vari contributi, si ottiene un valore di riduzione pari a 1,6 e quindi, la riduzione di 1 categoria illuminotecnica da quelle di ingresso (C2 per le corsie e C1 per le rotonde) a quelle di progetto (rispettivamente C3 e C2)

3.3.3 Identificazione della categoria illuminotecnica di esercizio

Coerentemente con quanto detto nel paragrafo precedente, si è effettuata una valutazione dei parametri di influenza variabili nel tempo, giungendo alla seguente conclusione:

| Parametro di influenza | Valore di riduzione assegnato |
|---|-------------------------------|
| Flusso orario di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio | 0,8 |
| Flusso orario di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio | 0,2 |
| Riduzione della complessità nella tipologia di traffico | 0 |

Per quanto sopra esposto, si è ottenuta una ulteriore riduzione di 1 categoria illuminotecnica da quelle di progetto (C3, C2) a quelle di esercizio (C4, C3).

Questa ulteriore riduzione della categoria illuminotecnica sarà ottenuta mediante la regolazione del flusso luminoso.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, per i rami non illuminati di approccio alle rotonde, si è realizzata un'illuminazione decrescente tra la zona illuminata e quella completamente buia, per una lunghezza non minore dello spazio percorso in 3 s alla massima velocità prevista di percorrenza dell'intersezione.

Per una categoria illuminotecnica di progetto pari a C3, i valori da rispettare sono i seguenti:

- E (Illuminamento medio) = 15 lx;
- U_0 (Uniformità generale) = 0.40;

Per una categoria illuminotecnica di progetto pari a C2, i valori da rispettare sono i seguenti:

- E (Illuminamento medio) = 20 lx;
- U_0 (Uniformità generale) = 0.40;

così come indicato nel prospetto 2 della UNI EN 13201-2:2016 di seguito riportato

| Categoria | Illuminamento orizzontale | |
|-----------|----------------------------|-------------------|
| | E [minimo mantenuto] Lx | U_0 [minimo] |
| C0 | 50 | 0,40 |
| C1 | 30 | 0,40 |
| C2 | 20,0 | 0,40 |
| C3 | 15,0 | 0,40 |
| C4 | 10,0 | 0,40 |
| C5 | 7,50 | 0,40 |

3.3.4 Calcolo illuminotecnico

La simulazione di calcolo illuminotecnico è effettuata per uno scenario di traffico pari al 100% della portata di servizio, a cui corrispondono le categorie illuminotecniche C3 per le rampe e C2 per le rotatorie.

Per garantire i requisiti illuminotecnici richiesti, in funzione delle categorie illuminotecniche di progetto, sono adottate le seguenti scelte progettuali:

- Illuminazione rampe di svincolo. (Categoria illuminotecnica di progetto C3 – Illuminamento minimo mantenuto 15 lx – U_0 minimo = 0,4)
 - Lampade a LED da circa 70 W (9225 lm) poste su pali di hft = 8,00 m, con sbraccio 2,5 m, installazione unilaterale ad una interdistanza di circa 29 m (Larghezza complessiva della carreggiata considerata nel calcolo 6,5 m);
- Illuminazione rotatorie svincolo per Noci (Categoria illuminotecnica di progetto C2 – Illuminamento minimo mantenuto 20 lx – U_0 minimo = 0,4)
 - N. 6 Lampade a LED da circa 70 W (9225 lm) poste su pali di hft = 8,00 m, con sbraccio 2,5 m, installati in corrispondenza del perimetro esterno delle rotatorie;
- Illuminazione rotatoria svincolo SP 23 (Categoria illuminotecnica di progetto C2 – Illuminamento minimo mantenuto 20 lx – U_0 minimo = 0,4)
 - N. 8 Lampade a LED da circa 70 W (9225 lm) poste su pali di hft = 8,00 m, con sbraccio 2,5 m, installati in corrispondenza del perimetro esterno della rotatoria.

I risultati illuminotecnici ottenuti adottando le suddette scelte progettuali, riportati nell'elaborato di progetto "Calcoli illuminotecnici" sono conformi ai requisiti illuminotecnici richiesti".

4 CRITERI PER LA PER LA PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

4.1 DATI DI PROGETTO

4.1.1 Caratteristiche dell'alimentazione

L'energia verrà fornita attraverso distinte forniture in bassa tensione ai nuovi quadri elettrici.

4.1.2 Natura dei carichi

I carichi elettrici sono costituiti principalmente dalle lampade a LED, la cui potenza singola è indicata nella relazione di calcolo del progetto.

4.1.3 Condizioni ambientali

Le opere saranno realizzate in esterno.

4.2 IMPIANTO ELETTRICO – SCELTE PROGETTUALI

4.2.1 Suddivisione dell'impianto

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

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

4.2.2 Sezione dei conduttori

La sezione dei conduttori è determinata in funzione:

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

4.2.2.1 Portata dei cavi

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

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

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

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

si è imposto che:

- $I_Z = I'_Z \cdot k_{tot}$

e che:

- $I_B \leq I_Z$

4.2.2.2 Caduta di tensione ammissibile

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

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

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

ed in percentuale

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

Dove:

I_B è la corrente d'impiego nel conduttore [A];

k è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e 1,73 nei sistemi trifase

L è la lunghezza del conduttore [km];

r è la resistenza del conduttore [ohm/km];

x è la reattanza del conduttore [ohm/km];

U_n è la tensione nominale dell'impianto [V];

$\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico.

4.2.2.3 Sezioni minime dei conduttori

La sezione di fase minima dei circuiti a c.a. è imposta a:

- 2,5 mm² per cavi in Cu di circuiti di potenza;
- 0,5 mm² per cavi in Cu di circuiti di comando e di segnalazione;
- 16 mm² per conduttori monofase in Al dei circuiti di potenza;
- Il conduttore di neutro ha la stessa sezione dei conduttori di fase.

4.2.3 Tipi di condutture e relativi modi di posa

4.2.3.1 Scelta del tipo di conduttura e di posa

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

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

4.2.3.2 Dispositivi di protezione

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione sono determinate secondo la loro funzione, come, ad esempio:

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

4.2.3.3 Indipendenza dell'impianto elettrico

L'impianto elettrico è progettato in modo da escludere influenze mutue dannose tra lo stesso impianto elettrico e gli impianti non elettrici del comprensorio.

4.2.3.4 Accessibilità dei componenti elettrici

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

4.2.3.5 Scelta dei componenti elettrici

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

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell'esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell'esercizio ordinario e dell'eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo;
- determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;
- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;

- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

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

4.2.3.6 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione è realizzata adottando i seguenti accorgimenti:

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

4.2.3.7 Protezione contro i sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una linea sarà installato, a monte della stessa, un organo di protezione di caratteristiche tali da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

dove:

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

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

4.2.3.8 Protezione contro i corto circuiti

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

Nella relazione di calcolo è' eseguita la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8.

4.2.3.9 Protezione contro le ustioni

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

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

4.3 DISTRIBUZIONE ELETTRICA SVINCOLI

Il progetto prevede la realizzazione di impianti elettrici distinti a servizio dell'illuminazione degli svincoli oggetto di questo intervento, per ognuno dei quali è previsto un quadro elettrico di distribuzione e regolazione del flusso luminoso.

Le caratteristiche elettriche degli impianti d'illuminazione sono essenzialmente:

- tensioni nominali di alimentazione: 400 V concatenate e 230 V stellate
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Distribuzione delle alimentazioni: monofase
- Tipo di distribuzione: in derivazione
- Caduta di tensione massima: 4%
- Fattore di potenza: 0,9

Per quanto riguarda la distribuzione elettrica, il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati esterni costituiti da tubazione in PVC pesante, diametro 110 mm, doppia parete del tipo corrugato, da posizionarsi su scavi a sezione obbligata realizzati con mezzi meccanici.

Al fine di permettere un corretto infilaggio dei cavi elettrici, le tubazioni saranno intercettate da pozzetti in cls prefabbricati con chiusini carrabili.

5 SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE

5.1 GENERALITÀ

Questo capitolo, a completamento degli elaborati grafici riportati, descrive:

- le soluzioni tecniche da adottare;
- la tipologia dei materiali da utilizzare;
- le lavorazioni da eseguire;

le norme esecutive per la realizzazione e/o la messa in opera dei materiali.

5.2 SOSTEGNI

5.2.1 Tipologia

I pali da utilizzare per il sostegno dei corpi illuminanti saranno di altezza totale pari a 8,80 m (hft = 8,00 m), con sbraccio 2,5 m.

I pali saranno completi delle seguenti lavorazioni eseguite e certificate dal costruttore:

- asola per l'ingresso dei conduttori di alimentazione posta a circa 300 mm dal piano di interramento.
- asola portamorsettiera (morsettiera in Classe II) completa di portello in alluminio.

I pali saranno inseriti nel foro del basamento opportunamente predisposto. Lo spazio tra foro del basamento e palo sarà riempito, fino a circa 4 cm dal piano del basamento, con sabbia grossa debitamente bagnata e compressa fino a non lasciare nessun interstizio. La rimanente parte sarà riempita con malta antiritiro. La posa del palo sarà completata con collarino in cls con gli spigoli opportunamente smussati per favorire il rapido allontanamento delle acque.

5.2.2 Basamenti

L'ancoraggio dei pali sarà realizzato attraverso la posa in opera di idonei basamenti di fondazione.

I basamenti di fondazione saranno in cls e saranno posti al di fuori della sede stradale.

La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, sarà a giorno, ben levigata e squadrata, salvo diverse disposizioni impartite dalla direzione lavori; per le zone in rilevato, la profilatura della scarpata deve essere concordata con la direzione lavori.

I basamenti saranno completi di apposito foro per la collocazione del palo e il raccordo al pozzetto di derivazione.

5.2.3 Posa dei pali

Le quote di infilaggio del palo all'interno del basamento, dei fori porta morsettiera e quant'altro indicato nelle schede tecniche del costruttore devono essere tassativamente rispettate.

Se non diversamente specificato negli elaborati grafici, il palo sarà orientato in modo tale che l'asse di simmetria longitudinale del corpo illuminante che sostiene sia perpendicolare all'asse della corsia ad esso adiacente.

Sulla sezione trasversale i pali di illuminazione saranno posti ad una distanza minima di 2 m dal bordo della carreggiata in modo da ridurre i rischi di abbattimento in caso di svio dei veicoli. Tale distanza elimina anche eventuali interferenze con i guardrail posti a protezione del margine stradale e permette l'accesso al pozzetto

di derivazione elettrica posto alla base del palo; l'esatta distanza dalla barriera di protezione deve essere determinata in funzione del livello di larghezza operativa (W) espressa in metri.

Particolare attenzione deve essere posta nel posizionamento del palo sulla sezione trasversale, infatti, corpi illuminanti mal posizionati potrebbero portare a condizioni di illuminazione diverse da quelle calcolate nel progetto illuminotecnico.

Le quota di installazione dei corpi illuminanti è pari a 8 m dal piano stradale.

E' cura della direzione lavori verificare che eventuali alberature di qualsiasi tipo non vanifichino l'illuminamento occorrente.

5.3 APPARECCHI ILLUMINANTI

5.3.1 Tipologia apparecchi

La scelta di utilizzare apparecchi a LED è in linea con l'attuale stato dell'arte che prevede sorgenti luminose ad elevata efficienza nell'ottica di contenere il consumo energetico.

Nella progettazione illuminotecnica si è cercato, per quanto possibile, di:

- non illuminare aree non destinate alla circolazione stradale;
- non superare di molto i limiti minimi imposti dalla norma UNI.

Ogni impianto comandato da un quadro elettrico per il quale è previsto:

- un interruttore generale magnetotermico con differenziale a riarmo automatico;
- un sistema di regolazione ad onde radio;
- varie linee di alimentazione (dorsali), protette da interruttore magnetotermico, dalle quali si dipartono le linee di "alimentazione della singola armatura stradale" dispiegate in campo e protette singolarmente da un fusibile posto alla base del palo.
- le linee di alimentazione (dorsali) saranno sezionate da un contattore, con possibilità di bypass manuale, comandato dal sensore crepuscolare ad infrarosso.
- due linee di riserva per l'illuminazione stradale protette da magnetotermico;
- una linea "ausiliari" alla quale sarà collegata l'alimentazione del sensore crepuscolare ad infrarosso, i dispositivi ad onde radio ed eventuali futuri dispositivi di misura e/o controllo protetta da magnetotermico.

Tutti i corpi illuminanti saranno dotati di dispositivo per la regolazione del flusso ad onde radio. E' possibile ottenere analoghi risultati illuminotecnici con modelli di armature LED effettuando una nuova verifica illuminotecnica ed eventualmente, in caso di potenze differenti, un nuovo calcolo dell'impianto elettrico.

5.3.2 Montaggio

Tutti i corpi illuminanti saranno montati con asse fotometrico principale perpendicolare al piano stradale. Il montaggio del corpo illuminante ed il cablaggio elettrico deve essere seguito in conformità con quanto riportato nella documentazione del costruttore.

5.3.3 Regolazione del flusso luminoso e gestione da remoto

Il sistema di regolazione previsto per gli impianti di illuminazione stradale è del tipo ad onde radio con telecomando.

Il sistema di regolazione è basato sui seguenti componenti principali:

- Interruttore e sensore crepuscolare ad infrarosso per l'accensione dell'impianto.
- Modulo di gestione ad onde radio: modulo per il sistema di controllo dei punti luce basato sulla comunicazione in tempo reale a onde radio tra quadro e singoli moduli palo
- Contattori per interrompere l'alimentazione dei circuiti di illuminazione nel periodo diurno (in tal modo si elimina qualsiasi assorbimento da parte dei circuiti di illuminazione).

Il sistema di telegestione è basato sui seguenti componenti:

- Modulo per acquisizione misure quadro e gestione comunicazione remota: questo modulo raccoglie le informazioni memorizzate ed effettua le misure dei parametri elettrici della linea di alimentazione, recepisce dei segnali digitali (tensione, corrente, fattore di potenza, frequenza, potenza, energia oltre allo stato degli interruttori e dei contattori) e trasmette tutte queste informazioni al centro di controllo tramite fibra ottica.

Il sistema sarà corredato di apposito SW per il setup e per la regolazione dell'impianto. Le funzionalità messe a disposizione del SW sono:

- Trasferimento di scenografie verso i ricevitori installati su ogni corpo illuminante nel momento in cui avviene il cambio ora solare/ora legale
- Polling continuo delle misure per verificare lo stato lampada (acceso/spento) e lo stato del ricevitore (comunica/non comunica)
- Scenografie per la configurazione e la gestione degli scenari di illuminazione ad orario o ad evento (intervento del crepuscolare)
- Polling raccolta min. consumo per la raccolta delle informazioni relative al livello percentuale di dimmerazione di ogni corpo illuminante
- Polling raccolta misure dei moduli in campo
- Cambio ora solare/ora legale per le impostazioni delle date di cambio ora solare/legale.
- Gestione allarmi per la configurazione delle chiamate da effettuare in caso di allarme
- Lettura/Scrittura da file delle configurazioni
- Comunicazione diretta con i ricevitori per lettura/scrittura configurazione, inizializzazione, livello di dimming
- Test di comunicazione con corpo illuminante

Il sistema di regolazione descritto permette di:

- regolare il flusso luminoso degli apparecchi tra 0% e 100%.
- regolare il flusso luminoso dell'impianto in funzione delle condizioni ambientali esterne (crepuscolare) e delle condizioni di uso;
- compensare l'invecchiamento degli apparecchi e la riduzione prestazionale dovuta alla sporcizia tra una operazione di manutenzione e l'altra;
- comandare in modo autonomo e indipendente, attraverso un unico indirizzo, ogni corpo illuminante: con tale sistema non si possono presentare condizioni di avaria degli impianti con un solo regolatore, le condizioni di malfunzionamento locale sono registrate e gestite dal SW di controllo.

5.4 CAVIDOTTI

5.4.1 Tipo di posa

In considerazione di criteri di sicurezza, requisiti estetici, requisiti funzionali, la distribuzione sarà realizzata completamente in cavidotto interrato dedicato ed in conformità con le norme CEI 11-17.

I cavidotti, saranno costituiti con i singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari a flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Nei principali cambi di direzione saranno previsti appositi pozzetti.

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee saranno realizzate esclusivamente con cavidotto flessibile a doppia parete (liscio all'interno, corrugato all'esterno), serie pesante, in polietilene ad alta densità, conforme alla Norma C 68 – 171, corredato di guida tirafilo e manicotto di congiunzione per l'ideale accoppiamento, avente diametro nominale 110 mm.

All'interno dei pozzetti, l'imbocco delle canalizzazioni sarà debitamente stuccato con malta cementizia.

La profondità di posa minima dei cavidotti dal piano di calpestio sarà di norma:

- pari a cm 60 in sede non stradale;
- maggiore di cm 100, estradosso tubo, in sede stradale.

Sarà cura della direzione lavori verificare che i cavidotti siano posizionati ad adeguata distanza da eventuali apparati radicali degli alberi.

5.4.2 Pozzetti

Nei nodi di derivazione, nelle giunzioni e nei cambi di direzione, saranno installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo.

Non sono previsti pozzetti di derivazione costruiti sul posto e realizzati con dime.

I pozzetti saranno dotati di chiusini con carrabilità B250.

Per il drenaggio delle acque di possibile infiltrazione, i pozzetti prefabbricati avranno il fondo completamente aperto; sono posati su letto di ghiaia costipata dello spessore minimo di cm 10.

Il controtelaio ed i lati dei pozzetti saranno protetti e fissati attraverso uno strato di calcestruzzo dosato a q.li 2,5 di cemento per metro cubo e fissati saldamente.

I pozzetti hanno di norma le seguenti misure interne:

- pozzetto a base palo: 40 x 40 x 60 cm;
- pozzetto rompitratta: 60 x 60 x 60 cm.

I pozzetti di derivazione saranno di norma collocati davanti al palo, ben allineati, con la battuta del chiuso sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate. I pozzetti rompitratta saranno invece collocati in corrispondenza degli attraversamenti e lungo le canalizzazioni ad un passo di circa 50 m.

Il cavidotto non potrà mai entrare nel pozzetto dal fondo dello stesso, ma solo lateralmente e ben stuccato con malta cementizia.

5.5 LINEE DI ALIMENTAZIONE

5.5.1 Materiali costruttivi

Le dorsali di alimentazione e le derivazioni alle armature degli impianti di illuminazione all'aperto, previste per la posa interrata ed entro pali metallici, supporti e/o sbracci, saranno realizzate con cavi del tipo multipolare, flessibile, non propaganti l'incendio, isolati in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16 sotto

guaina termoplastica speciale di qualità R16, tipo FG16OR16 - 0.6/1 kV, rispondente alle norme CEI e conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

5.5.2 Sezioni e distribuzione delle linee di alimentazione

Le sezioni dei conduttori costituenti le linee elettriche dorsali sono determinate in funzione dei carichi elettrici da alimentare e dalla distanza di questi dal quadro di alimentazione.

Per le linee di alimentazione delle armature stradali è prevista una sezione minima di 2,5 mm². La formazione dei cavi e la sezione dei cavi, per le varie linee di alimentazione che costituiscono le dorsali, è riportata negli elaborati planimetrici e negli schemi elettrici allegati al nel progetto.

5.5.3 Sfilabilità dei cavi

E' previsto che il diametro interno dei tubi protettivi sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

5.5.4 Collegamento delle fasi ai punti luce

Per tutti gli impianti è prevista una distribuzione trifase. I punti luce sono collegati alternativamente, in modo ciclico, sulle tre fasi.

5.5.5 Giunzioni

Le giunzioni delle linee dorsali, quando necessarie, saranno realizzate esclusivamente in pozzetto e saranno costruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori. La giunzione sarà realizzata con morsetto a pressione tipo C crimpato con pinza oleodinamica provvista delle matrici adeguate alle sezioni del cavo, rivestita con nastro isolante in PVC con almeno due passate, successivamente con almeno 3-4 passate di nastro autoagglomerante e come finitura nuovamente con due passate di nastro in PVC. A completamento la giunzione sarà ricoperta con resina epossidica. A lavoro finito la giunzione deve risultare meccanicamente salda, non deve essere evidente la forma del morsetto utilizzato per la connessione, con i cavi ben distanziati tra di loro e mai affiancati.

In ogni caso le giunte devono essere rispondenti alle norme vigenti e risultare in classe di isolamento II.

5.5.6 Identificazione dei circuiti e delle fasi

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, contestualmente alla posa delle linee, è previsto che ogni conduttore venga opportunamente etichettato con l'indicazione del circuito e della fase di appartenenza per mezzo di fascette in nylon. L'indicazione è prevista all'interno dei pozzetti di giunzione, sulle derivazioni del palo e sul quadro elettrico in prossimità dell'interruttore corrispondente.

5.5.7 Derivazioni verso le armature stradali

La derivazione dalla linea dorsale verso le armature stradali sarà realizzata nella morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione montata sul palo.

Sono previste cassette di derivazione in vetroresina, con grado di protezione IP 44 secondo CEI EN 60529 e IK 10 secondo CEI EN 50102, idonee per la realizzazione di impianti in classe II, dotate di morsettiera quadripolare con tensione di isolamento 450 V - corrente 80 A max, portafusibile per fusibile a cartuccia mm 10x38.

I fusibili da utilizzare saranno da 1 A per armature con potenza sino a 170W e da 2 A per armature con potenze superiori.

5.5.8 Impianto di terra

Gli impianti sono realizzati in classe II e pertanto non occorre prevedere la messa a terra sia degli apparecchi illuminanti che dei pali.

5.6 QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici saranno costruiti da componenti conformi alle seguenti norme:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza",
- EN 61439-3: Quadri di distribuzione per personale non addestrato;

Il quadro, nel suo complesso sarà costituito da un vano in cui saranno installati gli apparecchi di tipo modulare di comando e protezione dei circuiti di illuminazione e un vano di telecontrollo in cui saranno installati i moduli del sistema di telecontrollo, un UPS da 1 kVA, un cassetto ottico a guida DIN ed uno switch a guida din con n°8 porte.

Ogni quadro sarà fornito con i dati di identificazione, i dati di targa e le istruzioni per l'installazione previsti dalle norme, nonché con lo schema elettrico.

Ad ognuno dei quadri previsti in progetto sarà attestato il cavo a fibra ottica per integrazione con il sistema di telecontrollo Anas.

6 PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE

E' prevista la installazione di due pannelli messaggi variabili, ognuno avente le caratteristiche di seguito riportate.

Conforme per ogni sua caratteristica ed in ogni sua parte alla normativa europea di riferimento CEI UNI EN 12966-1:2010, con Certificato di Omologazione da parte del Ministero dei Trasporti e Certificato di Marcatura CE, il PMV permette di visualizzare i messaggi con modalità fissa, lampeggiante e alternando i messaggi secondo tempi preimpostati.

Il contenitore del PMV è costituito da una lamiera di alluminio, il telaio interno è costituito da un tubolare in acciaio zincato a caldo mentre l'esterno è verniciato con fondo e con vernici epossidi- che.

Per ogni scheda è montato un sistema per la protezione dall'irraggiamento solare diretto sui singoli led e migliorare il contrasto visivo.

Lo schermo del PMV viene protetto per ogni singolo carattere con uno schermo trasparente stabilizzato agli UV, antifrantumazione in policarbonato. Grado di protezione di tutta la struttura meccanica IP55, almeno. Tutti i materiali impiegati sono conformi alle norme.

Il PMV è dotato di un circuito di regolazione automatica in grado di adattare automaticamente la luminosità emessa alle condizioni ambientali di luce ed evitare qualsiasi abbagliamento notturno; i LED montati sui pannelli sono dotati ciascuno di un circuito regolatore di corrente che ne garantisce la costanza ed uniformità di emissione.

Ogni matrice carattere è controllata da elettronica di gestione dedicata che provveda al colloquio con l'unità di controllo mediante interfaccia RS-485, ed alla gestione della diagnostica. Le schede elettroniche e i moduli interni al pannello sono intercambiabili.

Pannello a Messaggio Variabile (PMV) con tecnologia a LED di tipo alfanumerico in grado di presentare all'utenza testi alfanumerici posti su 3 righe ciascuna costituita da 15 caratteri separati (altezza caratteri 400 mm).

Caratteristiche tecniche:

- tecnologia: LED;
- n. righe: 3;
- n. caratteri per ciascuna riga: 15;
- altezza carattere (mm): H=400;
- caratteristiche ottiche conformi alla norma EN12966;
- modalità di visualizzazione: fisso, lampeggiante o messaggi alternati con tempi impostabili;
- assorbimento max (W): 1.800;
- peso max (kg): 825;
- grado di protezione: IP55;
- interfaccia: RS485 e/o Ethernet con connettore RJ45;
- diagnostica "in tempo reale" effettuata pixel a pixel che individua malfunzionamenti anche parziali del pixel stesso;
- normativa di riferimento: EN12966

Per l'alimentazione elettrica di ognuno dei due pannelli messaggi variabili è prevista una nuova fornitura ENEL e un quadro elettrico di alimentazione. Il quadro sarà costituito da un vano in cui saranno installati gli apparecchi di tipo modulare di comando e protezione dei circuiti di alimentazione del pannello e del sistema di telecontrollo e un vano di telecontrollo in cui saranno installati i moduli del sistema di telecontrollo, un UPS da 1 kVA, un cassetto ottico a guida DIN ed uno switch a guida din con n°8 porte. Al suddetto quadro sarà attestato il cavo a fibra ottica per integrazione con il sistema di telecontrollo Anas.

7 IMPIANTI VIDEOSORVEGLIANZA

In corrispondenza di ogni svincolo è prevista la installazione di un impianto di videosorveglianza. Sono previste telecamere IP Wireless per esterno, in custodia di metallo di classe almeno IP 66. I segnali provenienti dalle suddette telecamere confluiranno in un concentratore, da ubicarsi in corrispondenza del quadro dell'impianto di illuminazione da cui saranno alimentate. La trasmissione dei segnali dal concentratore alla stazione di telecontrollo Anas sarà effettuata mediante il cavo a fibra ottica previsto in progetto.

Le telecamere saranno installate su pali in acciaio di altezza fuori terra 8 m.

Il sistema dovrà essere conforme alle specifiche dei requisiti di video-sorveglianza (TVCC) di Anas per integrazione con il sistema di telecontrollo Anas.

In corrispondenza dei due pannelli messaggi variabili è prevista l'installazione di sistema videosorveglianza costituito da telecamera brandeggiabile fissata alla struttura portante del pannello.

8 CAVIDOTTO CAVO FIBRA OTTICA

Lungo tutto il tratto stradale di progetto, con diramazione ai quadri elettrici di illuminazione stradale e ai PMV, è previsto un cavo a fibra ottica a 24 fibre in cavidotto interrato costituito da tritubo in polietilene alta densità diametro 50 mm.

Il cavo in fibra ottica dovrà collegare i due PMV previsti e tutti gli armadi di potenza/telecontrollo degli impianti di pubblica illuminazione.