

**ITINERARIO INTERNAZIONALE E78
S.G.C. GROSSETO - FANO
ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9**

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI15**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL R.U.P.:

Dott. Ing.
Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:

Sintagma

GEOTECHNICAL DESIGN GROUP

ICARIA
società di ingegneria

Dott.Ing. N.Granieri
Dott.Arch. N.Kamenicky
Dott.Ing. V.Truffini
Dott.Arch. A.Bracchini
Dott.Ing. F.Durastanti
Dott.Ing. E.Bartolucci
Dott.Geol. G.Cerquiglini
Geom. S.Scopetta
Dott.Ing. L.Sbrenna
Dott.Ing. E.Sellari
Dott.Ing. L.Dinelli
Dott.Ing. L.Nani
Dott.Ing. F.Pambianco
Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
Dott. Ing. S.Sacconi
Dott. Ing. A.Rea
Dott. Ing. V.De Gori
Dott. Ing. C.Consorti
Geom. F.Dominici

Dott. Ing. V.Rotisciani
Dott. Ing. F.Macchioni
Geom. C.Vischini
Dott. Ing. V.Piunno
Dott. Ing. G.Pulli
Geom. C.Sugaroni



**IMPIANTI
Relazione Tecnica Specialistica**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00-IM00-IMP-RE01		
L O F I 1 5	E	1 9 0 1	CODICE ELAB. T 0 0 I M 0 0 I M P R E 0 1	A	-
A	Emissione		28/02/2020	L.Nani	F.Macchioni N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	GENERALITÀ	3
1.2	GLOSSARIO	3
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI	8
3.1	GENERALITÀ	8
4	PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI	8
4.1	DESCRIZIONE.....	8
4.2	GENERALITÀ	10
4.3	ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI LINEARI A RASO ED A ROTATORIA.....	11
4.3.1	IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO	11
4.3.2	IDENTIFICAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	13
4.3.3	IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI ESERCIZIO	15
4.3.4	CALCOLO ILLUMINOTECNICO.....	16
5	PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI	16
5.1	DATI DI PROGETTO	16
5.1.1	CARATTERISTICHE DELL’ALIMENTAZIONE	16
5.1.2	NATURA DEI CARICHI.....	16
5.1.3	CONDIZIONI AMBIENTALI	16
5.2	IMPIANTO ELETTRICO – SCELTE PROGETTUALI	17
5.2.1	SUDDIVISIONE DELL’IMPIANTO.....	17
5.2.2	SEZIONE DEI CONDUTTORI.....	17
5.2.3	TIPI DI CONDUTTURE E RELATIVI MODI DI POSA.....	19
5.3	DISTRIBUZIONE ELETTRICA SVINCOLI	21
5.4	RELAZIONE DI CALCOLO	21
6	SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE	22
6.1	GENERALITÀ	22
6.2	SOSTEGNI.....	22

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

6.2.1	TIPOLOGIA	22
6.2.2	BASAMENTI:	22
6.2.3	POSA DEI PALI	23
6.3	APPARECCHI ILLUMINANTI	23
6.3.1	TIPOLOGIA APPARECCHI.....	23
6.3.2	MONTAGGIO	24
6.3.3	REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO E GESTIONE DA REMOTO	24
6.4	CAVIDOTTI.....	26
6.4.1	TIPO DI POSA.....	26
6.4.2	POZZETTI.....	26
6.5	LINEE DI ALIMENTAZIONE	27
6.5.1	MATERIALI COSTRUTTIVI.....	27
6.5.2	SEZIONI E DISTRIBUZIONE DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE.....	27
6.5.3	SFILABILITÀ DEI CAVI	27
6.5.4	GIUNZIONI.....	27
6.5.5	IDENTIFICAZIONE DEI CIRCUITI E DELLE FASI	28
6.5.6	DERIVAZIONI VERSO LE ARMATURE STRADALI.....	28
6.6	IMPIANTO DI TERRA	28
6.7	QUADRI ELETTRICI.....	28
6.7.1	CARATTERISTICHE	28

1 INTRODUZIONE

1.1 Generalità

Questo documento costituisce la relazione tecnica relativa alla progettazione esecutiva degli impianti di illuminazione degli svincoli nell’ambito del progetto di adeguamento del Lotto 9 della

S.G.C. E78 Grosseto-Fano nel tratto tra Grosseto e Siena dalla prog. km 41+600 alla prog. km 53+400.

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

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

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

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

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

1.2 Glossario

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

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

2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

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

Le principali norme applicabili sono:

- UNI 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 11-17:2011 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

- 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 17-13/2 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-13/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 17-13/4 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC).
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) non di serie (ANS).
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
- CEI 17-70 Guida all’applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione.
- CEI 17-71 Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione”. Prescrizioni generali.
- CEI 20-13, 20-14, 20-19, 20-20, 20-22 II, 20-35, 20-36, 20-37, 20-45, 20-65, relativamente ai vari tipi di cavi elettrici.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: in regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-40 Guida per l’uso di cavi a bassa tensione.
- CEI 20-67 Guida per l’uso dei cavi a 0,6/1 kV.

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-7 Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale o terziario.
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (Codice IP).
- Norme del CT 70 – involucri di protezione: tutti i fascicoli.
- CEI 81-2 "Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini".
- CEI 81-10/1 Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali.
- CEI 81-10/2 Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio.
- CEI 81-10/3 Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI 81-10/4 Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
- CEI EN 60598-1:2009 Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- CEI EN 60598-2-3:2003 Apparecchi di illuminazione - Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
- CEI UNI 70029:1998 Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi - Progettazione, costruzione, gestione e utilizzo - Criteri generali e di sicurezza
- CEI UNI 70030:1998 Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa
- Tabelle CEI-UNEL 00721 Colori del rivestimento esterno dei cavi interrati.
- Tabelle CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_o/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";

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

- 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”.
- Legge Regionale n. 37 del 21/03/2000 della Regione Toscana “Norme per la prevenzione dell’inquinamento luminoso”

Le direttive applicabili sono

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

3 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

3.1 Generalità

Questo capitolo inquadra l'intervento di progettazione esecutiva relativo agli impianti di illuminazione delle intersezioni stradali previsti nell'ambito dell'intervento di adeguamento della

S.G.C. E78 Grosseto-Fano nel tratto tra Grosseto e Siena – lotto 9 - dalla prog. km 41+600 alla prog. km 53+400. In particolare, le zone oggetto di intervento sono:

- Svincolo “il Picchetto”, alla prog km 44+500;
- Svincolo di “Fontanazzi”, alla prog km 47+000;
- Svincolo “i Ponticini”, alla prog km 53+300.

I dettagli, le metodologie di progettazione e di calcolo sono riportati nei capitoli successivi di questo documento e negli allegati richiamati.

4 PROGETTO ILLUMINOTECNICO SVINCOLI

4.1 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.

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

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

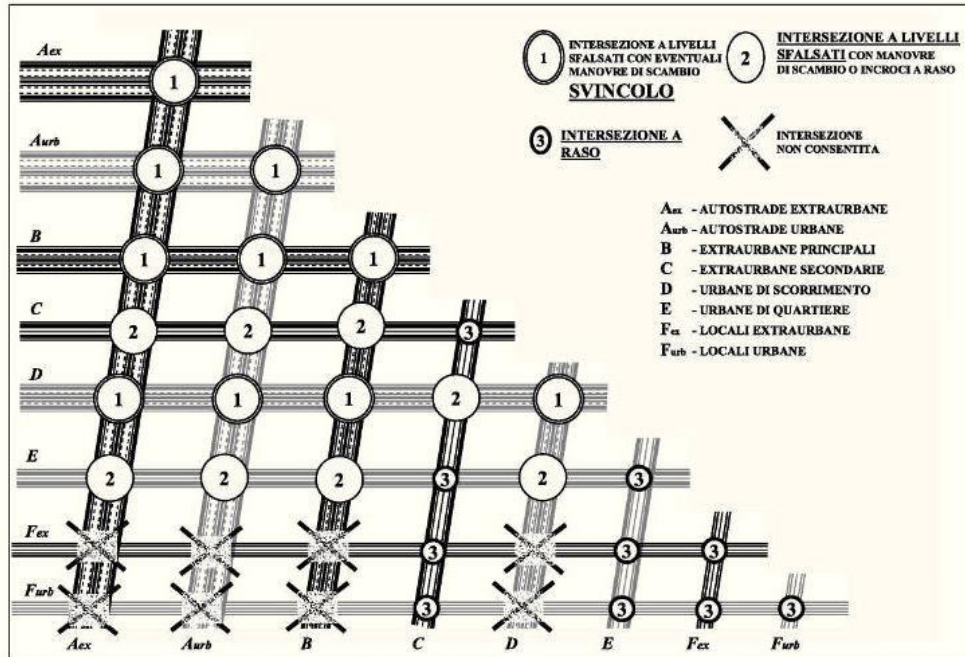


Figura 3 - Organizzazione delle reti stradali e definizioni delle intersezioni ammesse (come livelli minimi).

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

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

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

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

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.

Ciò premesso, l’intervento in oggetto prevede Nodi di Tipo 2 e quindi l’obbligo normativo dell’impianto di illuminazione dell’area di svincolo. L’esigenza di illuminare anche le rotatorie nasce dalla necessità di dare una continuità visiva tra le varie zone e dalla complessità visiva dovuta alla presenza di più bracci in ingresso/uscita dalle stesse.

Ciò premesso, gli interventi in oggetto prevedono l’illuminazione delle aree di seguito definite, costituite da diverse zone di conflitto:

- “Svincolo il Picchetto”, composto dalle zone di diversione e immissione sulla E78, dalle due rotatorie e dai rami di collegamento tra le rotatorie e le zone di diversione e immissione.
- “Svincolo di Fontanazzi”, composto dalle zone di diversione e immissione sulla E78, dalla rotatoria e dai rami di collegamento tra la rotatoria e le zone di diversione e immissione.
- “Svincolo i Ponticini”, composto dalle zone di diversione e immissione sulla E78, dalle due rotatorie e dai rami di collegamento tra le rotatorie e le zone di diversione e immissione.

Sono previste 3 forniture in bassa tensione, ciascuna in corrispondenza di ogni area di svincolo, con il quadro 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 n. 37 del 21/03/2000 della Regione Toscana “Norme per la prevenzione dell’inquinamento luminoso”.

4.2 Generalità

Questo capitolo dettaglia le scelte progettuali seguite nella redazione del progetto illuminotecnico degli impianti di illuminazione degli svincoli.

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.

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

Gli svincoli oggetto del presente intervento, presentano sia intersezioni a livelli sfalsati che intersezioni a rotatoria, di seguito esplicitate.

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati nell’elaborato “Relazione di calcolo illuminotecnico”.

4.3 Illuminazione delle intersezioni lineari a raso ed a rotatoria

4.3.1 IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO

4.3.1.1 Generalità

Le aree di svincolo oggetto di studio, comprese le intersezioni a rotatoria presenti, rientrano in questa tipologia di intersezione.

In generale, gli elementi che compongono l’intersezione lineare a raso o a livelli sfalsati, così come pure per le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali, possono essere illuminati applicando le categorie illuminotecniche della serie C, indicate nella norma UNI EN 13201-2 del 2016.

4.3.1.2 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:

- le zone di immissione sulla E78;
- le zone di uscita sulla E78;
- le intersezioni a rotatoria;

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. Nel caso in esame, l’asse stradale viene adeguato ad una strada di tipo “B”, per cui la categoria illuminotecnica di ingresso associata è M2, come di seguito evidenziato.

Prospetto I - 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
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

	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	

4.3.1.3 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 $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

In questo caso, essendo le strade di accesso di categoria M2 e il valore Q_0 (Coefficiente medio di luminanza) pari a 0.07 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 specularita	Gamma del fattore di specularita
C1	Vedere prospetto C.2	0,10	0,24	$S_t \leq 0,4$
C2	Vedere prospetto C.3	0,07	0,97	$S_t > 0,4$

Prospetto B.1 – UNI 11248:2016

4.3.1.4 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.

4.3.2 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

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

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 $R_a > 60$ e rapporto scotopico-fotopico $S/P > 1,10$, 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 complessivo pari a 1,6 e quindi, la riduzione di 1 categoria illuminotecnica da quelle di ingresso (C2 per le corsie e C1 per le rotatorie) a quelle di progetto (C3 e C2).

4.3.3 IDENTIFICAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE 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 l'utilizzo, in ogni area di svincolo, di regolatori di flusso luminoso, rispondenti alla norma UNI 11431:2011.

Inoltre per evitare il brusco passaggio da zone illuminate a zone non illuminate, per i rami non illuminati di approccio alle rotatorie, 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	
	[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

4.3.4 CALCOLO ILLUMINOTECNICO

La simulazione di calcolo illuminotecnico è stata effettuata per uno scenario di traffico pari al 100% della portata di servizio, a cui corrispondono le categorie illuminotecniche C3 per le corsie e C2 per le rotonde. Per garantire tali valori, sono state adottate le seguenti scelte progettuali:

- Lampade a LED da 63 W (8319 lm) poste su pali di $h_{ft} = 8$ m, con sbraccio di 2 m ed una interdistanza di 32 m per l'illuminazione delle corsie.
- Lampade a LED da 76 W (10037 lm) poste su n°5 pali di $h_{ft} = 8$ m, con sbraccio di 2 m, per l'illuminazione della rotonda di raggio inferiore allo svincolo “Il Picchetto”.
- Lampade a LED da 110 W (13693 lm) poste su n° 5 pali di $h_{ft} = 8$ m, con sbraccio di 2 m, per l'illuminazione delle rotonde di raggio intermedio presenti agli svincoli “Il Picchetto” e “I Fontanazzi”, e le stesse lampade poste su n° 6 pali per le due rotonde di raggio maggiore allo svincolo “I Ponticini”.

5 PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI

5.1 Dati di progetto

5.1.1 CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE

L'energia viene fornita, attraverso tre distinte forniture in bassa tensione, ai nuovi quadri elettrici, ubicati in ogni area di svincolo, aventi le seguenti caratteristiche:

- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 230/400 V
- L'impianto è del tipo TT
- Potenza impegnata:
 - Svincolo “il Picchetto”: 4.4 kW;
 - Svincolo di “Fontanazzi”: 4.2 kW;
 - Svincolo “i Ponticini”: 5.3 kW.

5.1.2 NATURA DEI CARICHI

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

5.1.3 CONDIZIONI AMBIENTALI

Le opere sono realizzate in esterno.

5.2 Impianto elettrico – scelte progettuali

5.2.1 SUDDIVISIONE DELL’IMPIANTO

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

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

5.2.2 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.

5.2.2.1 Portata dei cavi

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

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

Per il calcolo della sezione del conduttore si è determinata la corrente di impiego I_B che il cavo deve portare e da confronto con la portata effettiva I_z del cavo stesso, 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: e

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

5.2.2.2 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:

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

ed in percentuale

$$LIU\% = LIU / U_n * 100$$

dove:

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

k è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase; L è la lunghezza del conduttore [km];

r è la resistenza del conduttore [Ohm/km]; x è la reattanza del conduttore [Ohm/km]; U_n è

la tensione nominale dell'impianto [V]; $\cos\phi$ è il fattore di potenza del carico.

5.2.2.3 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.

5.2.3 TIPI DI CONDUTTURE E RELATIVI MODI DI POSA

5.2.3.1 Scelta del tipo di conduttura e di posa

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

- natura dei luoghi;
- dalla possibilità che le condutture siano accessibili a persone e ad animali;
- dalla tensione;
- 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.

5.2.3.2 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.

5.2.3.3 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.

5.2.3.4 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.

5.2.3.5 Scelta dei componenti elettrici

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

- del valore efficace della tensione al quale essi sono alimentati nell’esercizio ordinario;
- del valore efficace della corrente che devono portare nell’esercizio ordinario e dell’eventuale corrente che li può percorrere in regime perturbato per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione;

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

- della frequenza nominale dell'energia fornita;
- delle condizioni di installazione;
- della compatibilità con gli altri componenti elettrici;
- della prevenzione da effetti dannosi quali fattore di potenza, correnti di spunto, carichi asimmetrici, armoniche.

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

5.2.3.6 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione è realizzata adottando i seguenti accorgimenti:

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

5.2.3.7 Protezione contro i sovraccarichi

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

$$I_b < I_n < I_z I_f \\ < 1,45 * I_z$$

dove:

I_b corrente di impiego

I_n corrente nominale della protezione

I_z portata della linea nelle determinate condizioni di posa I_f
corrente convenzionale di funzionamento

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

5.2.3.8 Protezione contro i corto circuiti

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

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

5.2.3.9 Protezione contro le ustioni

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

5.3 Distribuzione elettrica svincoli

Il progetto prevede la realizzazione di tre impianti elettrici distinti a servizio dell'illuminazione degli svincoli oggetto di questo intervento.

Le caratteristiche elettriche degli impianti d'illuminazione sono essenzialmente:

- Tensioni nominali di alimentazione: 400 V concatenate e 230 V stellate
- Frequenza nominale di tali tensioni: 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 costituiti da tubazione in pvc pesante, diametro 90 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.

5.4 Relazione di calcolo

La relazione di calcolo elettrico è riportata nella “Relazione di calcolo elettrico”.

6 SOLUZIONI TECNICHE E NORME ESECUTIVE

6.1 Generalità

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

- le soluzioni tecniche adottate
- la tipologia dei materiali utilizzati
- le lavorazioni da eseguire
- le norme esecutive per la realizzazione e/o la messa in opera dei materiali

6.2 Sostegni

6.2.1 TIPOLOGIA

I pali utilizzati per il sostegno dei corpi illuminanti sono di altezza totale pari a 8,80 m ($h_{ft} = 8,00$ m). I pali sono 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 sono inseriti nel foro del basamento opportunamente predisposto. Lo spazio tra foro del basamento e palo è 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 è riempita con malta antiritiro. La posa del palo è completata con collarino in cls con gli spigoli opportunamente smussati per favorire il rapido allontanamento delle acque.

6.2.2 BASAMENTI:

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

I basamenti sono del tipo prefabbricato in cls vibrato con resistenza caratteristica non inferiore a $R_{ck} = 40$ N/mm², della dimensione di 106x78x85 cm.

Tutti i basamenti sono posti al di fuori della sede stradale. Nel plinto dovranno essere ricavati:

- Un pozzetto ispezionabile di dim. 40x40x40 cm, con fori laterali per l'innesto dei cavidotti;
- Un foro disperdente alla base;
- Fori passacavi;
- Foro per alloggiamento del palo.

La parte superiore dei basamenti di fondazione, su terreno naturale, è 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 sono completi di apposito foro per la collocazione del palo e il raccordo al pozzetto di derivazione.

6.2.3 POSA DEI PALI

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

Se non diversamente specificato negli elaborati grafici, il palo è 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 sono posti ad una distanza minima di 2,3 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.

Per l'esatto posizionamento planimetrico si faccia riferimento alla apposita tavola grafica allegata.

Le quota di installazione dei corpi illuminanti dello svincolo, delle rotatorie e dei relativi bracci di accesso è pari a 8,00 dal piano stradale.

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

6.3 Apparecchi illuminanti

6.3.1 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.

L'impianto è 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 convogliate;

- varie linee di alimentazione (dorsali), protette da interruttore magnetotermico, dalla quale 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) sono 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 è collegata l’alimentazione del sensore crepuscolare ad infrarosso, i dispositivi ad onde convogliate ed eventuali futuri dispositivi di misura e/o controllo protetta da magnetotermico,

Tutti i corpi illuminanti sono dotati di dispositivo per la regolazione ad onde convogliate.

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.

6.3.2 MONTAGGIO

Tutti i corpi illuminanti sono montati con asse fotometrico principale perpendicolare al piano stradale (tilt = 0°).

Il montaggio del corpo illuminante ed il cablaggio elettrico deve essere seguito in conformità con quanto riportato nella documentazione del costruttore.

6.3.3 REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO E GESTIONE DA REMOTO

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

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 convogliate: modulo per il sistema di controllo dei punti luce basato sulla comunicazione in tempo reale a onde convogliate tra quadro e singoli moduli palo, secondo le prescrizioni della EN 50065-1 (trasmissioni di segnali su rete elettriche a bassa tensione nella gamma di frequenze da 3 a 148,5 KHz).
- Gruppo bobine filtro installate ad inizio linea nel quadro di controllo, che hanno la funzionalità di impedire che il segnale di trasmissione ad onda convogliata possa disperdersi verso la rete di alimentazione.
- 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 modem GSM/GPRS.

Il sistema è 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:

- a) regolare il flusso luminoso degli apparecchi tra 0% e 100%.
- b) regolare il flusso luminoso dell'impianto in funzione delle condizioni ambientali esterne (crepuscolare) e delle condizioni di uso;
- c) 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.

6.4 Cavidotti

6.4.1 TIPO DI POSA

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

I cavidotti, sono 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 sono previsti appositi pozzetti (per l'esatto posizionamento si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati).

Le canalizzazioni interrate per il contenimento e la protezione delle linee sono 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 è debitamente stuccato con malta cementizia.

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

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

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

6.4.2 POZZETTI

In corrispondenza dei centri luminosi, nei nodi di derivazione, giunzioni e nei cambi di direzione, sono installati pozzetti prefabbricati in calcestruzzo.

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

I pozzetti sono dotati di chiusini con carrabilità B125. Il chiusino è completo di dicitura "Impianti elettrici" o analoga concordata con la DL.

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

Il controtelaio ed i lati dei pozzetti sono 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 di derivazione 40 x 40 x 40 cm,
- Pozzetto rompitratta 60 x 60 x 80 cm

I pozzetti di derivazione sono di norma collocati davanti al palo, ben allineati, con la battuta del chiusino sul telaio perfettamente combaciante per non creare rumorosità indesiderate. I pozzetti

IMPIANTI - Relazione Tecnica Specialistica

rompitratta sono 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.

6.5 Linee di alimentazione

6.5.1 MATERIALI COSTRUTTIVI

Le linee di alimentazione dorsale degli impianti di illuminazione, previste per la posa interrata ed entro pali metallici, supporti e/o sbracci, sono realizzate con cavi del tipo unipolare, flessibile, non propaganti l'incendio, tipo ARG7R - 0.6/1 kV (per le dorsali di alimentazione) e FG7R - 0.6/1 kV (per gli stacchi in derivazione al palo), rispondenti alle norme CEI.

6.5.2 SEZIONI E DISTRIBUZIONE DELLE LINEE DI ALIMENTAZIONE

Per le dorsali di alimentazione è stata prevista una sezione maggiore/uguale a 16 mm² in alluminio.

Per le linee di alimentazione delle armature stradali si è imposta 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.

6.5.3 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.

6.5.4 GIUNZIONI

Le giunzioni delle linee dorsali, quando necessarie, sono realizzate esclusivamente in pozzetto e sono costruite in maniera perfetta per il ripristino del doppio grado di isolamento dei conduttori. La giunzione è 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 è 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.

6.5.5 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.

6.5.6 DERIVAZIONI VERSO LE ARMATURE STRADALI

La derivazione dalla linea dorsale verso le armature stradali è 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 sono 1 A per armature con potenza sino a 170W e fusibili da 2 A per armature con potenze superiori.

6.6 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.

6.7 Quadri elettrici

6.7.1 CARATTERISTICHE

I quadri elettrici sono costruiti da componenti conformi alla norma CEI 17-13/1 e alla norma Europea EN 60439-1.

L'apparecchiatura è fornita con i dati di identificazione, i dati di targa e le istruzioni per l'installazione previsti dalle norme, nonché con lo schema elettrico.