



COMUNE DI FIRENZE

Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Michele Mazzoni

Promotore:
Crematorio di Firenze S.p.A.

PROPOSTA DI PROGETTAZIONE COSTRUZIONE E GESTIONE DEL NUOVO TEMPIO CREMATORIO DI FIRENZE

(ai sensi dell'art.37 bis e ss. L.109/94)

PROGETTO ESECUTIVO

(Progetto Definitivo approvato dalla G.C. con Delibera n.2013/g/00308 del 25/9/2013)

OPERE DI FASE 1



HYDEA S.p.A.
Architettura, Ingegneria, Ambiente
via del Rosso Fiorentino, 2/g - 50142

Direttore Tecnico (Art. 53 D.P.R 554 21 Dicembre 1999)

Dott. Ing. Paolo Giustiniani-Ordine Ingegneri di Firenze n° 1818

Ing. PAOLO GIUSTINIANI
Arch. ALESSANDRO SCARPONI

Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione:
Arch. Giorgio Salimbene

Impianti elettrici meccanici:



M&E srl
Via Giovanni da Cascia, 15 - 50127 Firenze
Tel.055334071 - Fax.0553218089
email : postmaster@meesrl.com

Ing. Paolo Bonacorsi

Strutture:



aeiprogetti

Ing. Stefano Valentini

Geologia - geotecnica:
Geol. Lorenzo Cirri

Elaborato:

DG.3.06

SCALA /

RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA

COMMESSA
ED_029

RESPONSABILE DI COMMESSA

PAOLO GIUSTINIANI

DATA PRIMA EMISSIONE
LUGLIO 2015

REVISIONE

A

DATA

LUGLIO 2015

REDATTO

PAOLO BONACORSI

Sistema Qualità certificato da:
N. 9175-HYDE
per tutti i processi aziendali



RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO
IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA

INDICE

1	OGGETTO DELL'INTERVENTO	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	TERMINI E DEFINIZIONI	4
4	CRITERI GENERALI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE COMUNE A TUTTI GLI IMPIANTI	7
4.1	Protezione dai contatti diretti	7
4.2	Protezione dai contatti indiretti	7
4.3	Protezione delle condutture contro i sovraccarichi	9
5	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE E SECONDARIA	11
5.1	Conduttori	11
5.2	Tubazioni	12
6	CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE ED INSTALLAZIONE	13
6.1	Distribuzione elettrica	13
6.2	Derivazione	13
6.3	Dimensionamento dei circuiti	14
6.3.1	Protezione contro i sovraccarichi (Norma CEI 64.8/4 - 433.2)	14
6.3.2	Protezione contro i Corto Circuiti (Norma CEI 64.8/4 - 434.3)	14
6.3.3	Energia specifica passante	15
6.3.4	Caduta di tensione	15
6.3.5	Temperatura a regime del conduttore	16
6.3.6	Lunghezza max protetta per guasto a terra	16
6.3.7	Lunghezza max	16
7	CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI IN RELAZIONE AGLI AMBIENTI E MODI DI INSTALLAZIONE	17
8	PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE	18
9	APPARECCHI ILLUMINANTI STATO DI PROGETTO	19
10	PROGETTAZIONE CON SOFTWARE DI CALCOLO	21

1 OGGETTO DELL'INTERVENTO

La presente relazione ha come scopo quello di descrivere ed approfondire i criteri di progettazione legati all'illuminazione della viabilità del nuovo Tempio Crematori di Trespiano, nel Comune di Firenze. L'intervento riguarda gli impianti elettrici asserviti all'impianto di illuminazione esterna del parcheggio e della viabilità esterna del Tempio Crematorio.

Tale documento si pone l'obiettivo di chiarire e approfondire i principali criteri che hanno portato alla progettazione dell'impianto.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'elenco delle norme CEI ed UNI che sono state utilizzate e rispettate per la progettazione dell'impianto di illuminazione esterna e di conseguenza per l'impianto elettrico in generale.

Agli impianti di illuminazione esterna si applicano le norme generali degli impianti CEI 64-8, ma anche le norme CEI 64-7 per gli impianti di illuminazione pubblica e similari. Le modalità di posa dei cavi interrati, largamente utilizzati per questi impianti fanno riferimento alla norma CEI 11-7 e alle relative disposizioni ministeriali attinenti alle distanze di rispetto.

Si riporta di seguito l'elenco completo delle norme di riferimento.

Norma o guida CEI	Fasc.	Titolo
CEI 0-21	11955	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 11-1	5025	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 23-51	2731	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
CEI 64-7	4618	Impianti elettrici di illuminazione pubblica
CEI 64-8/2	6870	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni
CEI 64-8/3	6871	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali

Norma o guida CEI	Fasc.	Titolo
CEI 64-8/4	6872	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5	6873	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 64-8/6	6874	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche
CEI 64-8/7	6875	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 64-12	3666 R	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
CEI 0-2	6578	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI EN 60439 -1	5862	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
CEI EN 60439-2	5863	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre
CEI EN 60529	3227 C	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
UNI	10530 febbraio1997	Principi di ergonomia della visione Sistemi di lavoro e illuminazione
UNI EN	1838 marzo 2000	Applicazione dell'illuminotecnica Illuminazione di emergenza
UNI EN	12464-1 ottobre2004	Luce e illuminazione Illuminazione dei posti di lavoro Parte 1: Posti di lavoro in interni
	12464-2	Luce e illuminazione Illuminazione dei posti di lavoro Parte 2: Posti di lavoro in esterno
	UNI 11222	Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo
	UNI 11248	Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche
UNI EN	13201-2	Illuminazione stradale requisiti prestazionali
UNI	10819	Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Norma o guida CEI	Fasc.	Titolo
UNI EN 40-2	40-2	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti generali e dimensioni.
UNI EN 40-5	40-5	Pali per illuminazione pubblica – Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio.
UNI EN 40-6	40-6	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio.
DPR	n°495 del 16/12/92	Regolamento al nuovo codice della strada.
D.M.	n°186 del 21/06/04	Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego di barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.

Disposizioni legislative principali	DECRETO 22 gennaio 2008 , n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.. Decreto Ministeriale 15/10/1993 n.519 Regolamento recante autorizzazione all'istituto superiore prevenzione e sicurezza del lavoro ad esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione dalle scariche atmosferiche. D.M. 13 luglio 2011 (G.U. n. 169 del 22 luglio 2011) Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi. Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro". DECRETO 27 luglio 2010 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq.
-------------------------------------	---

3 TERMINI E DEFINIZIONI

Nel presente paragrafo si riportano alcune definizioni estratte dalla EN 12665.

Apparecchio di illuminazione: apparecchio che distribuisce, filtra e trasforma la luce emessa da una o più sorgenti/moduli LED e che comprende tutti i componenti necessari al sostegno, al fissaggio e alla

protezione delle sorgenti/moduli LED e, se necessario, i circuiti ausiliari ed i loro collegamenti al circuito di alimentazione.

Impianto di illuminazione esterna: sistema complesso di elementi la cui funzione è quella di fornire luce in ambito esterno che presenta contiguità territoriale e costituito da tre o più apparecchi illuminanti afferenti al medesimo quadro di alimentazione. Ai fini della presente direttiva si distingue in:

- *impianto esistente:* l'impianto già realizzato alla data di entrata in vigore della presente direttiva;
- *impianto nuovo:* l'impianto realizzato, o ancora in fase di realizzazione/progettazione/appalto, alla data di entrata in vigore della presente direttiva;
- *illuminazione esterna pubblica:* illuminazione di pubbliche vie e/o piazze, di luoghi pubblici in genere comprese aree di attività e pertinenza delle stesse;
- *illuminazione esterna privata:* illuminazione di aree private (es. giardini di proprietà, rampe di garage, ecc) o di ambiti non ricadenti nella definizione di "illuminazione esterna pubblica".

LED: Acronimo di Light Emitting Diode, ovvero diodo ad emissione luminosa, cioè un dispositivo allo stato solido che incorpora una giunzione p-n, che emette una radiazione ottica quando eccitato da una corrente elettrica (CEI EN 62031:2009, punto 3.1). Ai fini della presente direttiva si specifica che:

- Modulo LED: unità fornita come sorgente luminosa. In aggiunta ad uno o più LED può contenere componenti aggiuntivi quali, ad esempio, ottici, meccanici, elettrici e elettronici, ma non l'unità di alimentazione;
- Efficienza del Modulo LED (η_{LED}): rapporto tra il flusso emesso dal modulo LED (lumen) e la Potenza elettrica (W) impegnata dal modulo LED e dai componenti meccanici quali ad esempio eventuali dissipatori, esclusa la potenza dissipata dall'alimentatore. Si esprime in lumen/W.

Lux: unità di misura per l'illuminamento. Un lux è pari a un lumen fratto un metro quadrato. E' un'unità di misura relativa alla luce visibile.

Lumen: unità di misura del flusso luminoso. Equivale al flusso luminoso visibile emesso da una sorgente isotropica con intensità luminosa di 1 candela in un angolo solido di 1 steradiano.

Illuminamento E: è una grandezza fotometrica risultato del rapporto tra il flusso luminoso Φ (misurato in lumen) emesso da una sorgente e la superficie dell'oggetto illuminato S; tale parametro è riferito all'oggetto illuminato e non alla sorgente.

$$E = \Phi / S$$

Flusso luminoso Φ : esprime la quantità di energia luminosa E emessa da una sorgente nell'unità di tempo (dt) e viene espresso come:

$$\Phi = dE/dt$$

Efficienza luminosa E_f : esprime il rapporto tra il flusso luminoso emesso da una fonte luminosa (Lumen) e la potenza elettrica assorbita, espressa in Watt.

$$E_f = \Phi / W$$

Luce molesta: luce diffusa, che a causa di speciali attributi quantitativi, direzionali o spettrali in un determinato contesto, produce fastidio, disagio, distrazione o una riduzione della capacità di vedere informazioni essenziali.

Luce diffusa (dispersione luminosa): luce emessa da un impianto di illuminazione che cade all'esterno dei limiti della proprietà per la quale l'impianto di illuminazione è stato progettato.

Rapporto di luce diretta verso l'alto, ULR: Proporzione del flusso luminoso prodotto da uno(più) apparecchio(i) di illuminazione che risulta emessa sopra il piano orizzontale, quando questo(i) apparecchio(i) di illuminazione è(sono) montato(i) nella sua(loro) posizione di installazione e orientamento.

Uniformità dell'illuminamento, U_0 : rapporto tra i valori minimo e medio di illuminamento (luminanza) su (di) una superficie.

$$U_0 = E_{min} / E_m$$

Luce diffusa (dispersione luminosa): luce emessa da un impianto di illuminazione che cade all'esterno dei limiti della proprietà per la quale l'impianto di illuminazione è stato progettato.

Resa cromatica Ra: la resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati. L'indice di resa cromatica indica in che modo una sorgente è in grado di mantenere inalterato il colore di un oggetto da essa illuminato; varia da 0 a 100, dove 0 rappresenta il minimo e 100 indica il massimo di resa cromatica. Tale parametro dipende quindi dalle caratteristiche degli apparecchi illuminanti.

Diversità, U_d : rapporto tra i valori minimo e massimo di illuminamento (luminanza) su (di) una superficie.

4 CRITERI GENERALI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE COMUNE A TUTTI GLI IMPIANTI

4.1 Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti sarà realizzata secondo i seguenti criteri:

- Protezione mediante isolamento delle parti attive con isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione
- Protezione mediante involucri o barriere – con parti attive poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXXB
- Protezione addizionale mediante interruttori differenziali con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, non unico mezzo di protezione contro i contatti diretti e pertanto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione

4.2 Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti sarà realizzata secondo i seguenti criteri:

- Protezione Interruzione dell'alimentazione tramite un dispositivo di protezione atto ad interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito od al componente elettrico, in modo che, in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale
- Messa a terra delle masse che devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra. Le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.
- Collegamenti equipotenziali con collegamento equipotenziale principale fra conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le masse estranee

Nei sistemi di distribuzione TN si adotteranno in dettaglio i seguenti criteri:

- Tutte le masse dell'impianto saranno essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che saranno messi a terra in corrispondenza od in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.
- Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti saranno tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore

di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s I_a \leq I_o$$

dove

- Z_s - è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente
- I_a - è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale U_0 oppure, nelle condizioni specificate in 413.1.3.5 (CEI 64-8), entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; in caso di uso di un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn} ;
- U_0 - è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra

Tab. 41 A Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

U_0 (V) (*)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

(*) Questi valori si basano sulla Norma CEI 8-6.

- Si considera che i tempi massimi di interruzione indicati nella Tab. 41A soddisfino quanto indicato in precedenza per i circuiti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina), componenti elettrici di classe I, mobili, portatili o trasportabili.
- Per i circuiti di distribuzione dorsale – collegamenti fra quadri elettrici principali e di zona - si adotteranno tempi di interruzione non superiori a 5 secondi
- Per tempi superiori a quelli definiti dalla Tab. 41A ma non superiore a 5 secondi saranno ammessi anche per un circuito terminale che alimenti solo componenti elettrici fissi, a condizione che, se altri circuiti terminali che richiedono i tempi di interruzione indicati nella Tab. 41A sono collegati al quadro di distribuzione o al circuito di distribuzione che alimenta quel circuito terminale, sia soddisfatta una delle seguenti condizioni:

- 1) l'impedenza, espressa in ohm, del conduttore di protezione tra il quadro di distribuzione ed il punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale non sia superiore a:

$$50/U_0 \cdot Z_s$$

- 2) esista un collegamento equipotenziale che colleghi al quadro di distribuzione localmente gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale e soddisfi le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale di cui al Capitolo 54 (CEI 64-8).

4.3 Protezione delle condutture contro i sovraccarichi

I conduttori attivi saranno protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico (Sezione 433 - CEI 64-8) o un cortocircuito (Sezione 434 - CEI 64-8), con l'eccezione del caso in cui la sovracorrente sia limitata in accordo con la Sezione 436. Le protezioni contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti saranno coordinate in accordo con la sezione 435 delle norme CEI 64-8.

Saranno adottati dispositivi che assicurano la protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i cortocircuiti che saranno in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi sono installati e soddisferanno le prescrizioni della Sezione 433 delle norme CEI 64-8. Tali dispositivi di protezione saranno sostanzialmente:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- interruttori combinati con fusibili;
- fusibili.

Sarà previsto coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione e le caratteristiche di funzionamento di detti dispositivi di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono risponderanno alle seguenti due condizioni principali:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

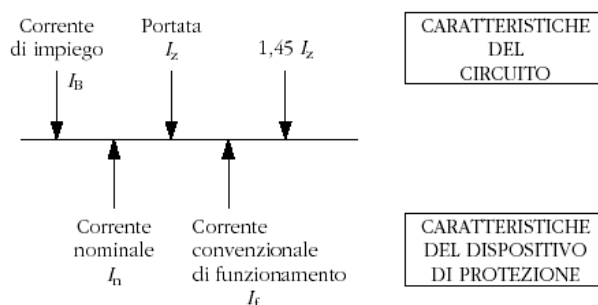
$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523 CEI 64-8);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione.



Quando lo stesso dispositivo di protezione proteggerà diversi conduttori in parallelo, si assumerà per I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, e sarà rispettata la condizione che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.

Relativamente alle caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti, questi risponderanno alle due seguenti condizioni:

- Il potere di interruzione non sarà inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione; saranno adottati dispositivi di protezione con potere di interruzione inferiore quando a monte sarà installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione e saranno garantite le caratteristiche di coordinamento dei due dispositivi in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.
- Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenterà in un punto qualsiasi del circuito saranno interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.
- Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite sarà calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{S}{I}$$

dove:

- t = durata in secondi;
- S = sezione in mm²;
- I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;
- K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC; 143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica propilene reticolato; 74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC; 87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica propilene reticolato; 115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

5 DISTRIBUZIONE PRINCIPALE E SECONDARIA

Nella esecuzione della distribuzione si utilizzeranno materiali e si adotteranno i criteri necessari al tipo di ambiente speciale trattato in modo da prevenire il più possibile il rischio di incendio relativamente all'innescio e/o alla propagazione.

5.1 Conduttori

Per la realizzazione dei circuiti si dovranno utilizzare i seguenti tipi di cavo.

Per posa all'esterno ed interrata:

- FG7R 0,6/1 kV : cavo unipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi);
- FG7(O)R 0,6/1 kV : cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi).

Per posa su edifici di pregio in cui occorra coniugare estetica e sicurezza:

- cavo multipolare, isolamento minerale (ossido di magnesio);
- serie H 750 V con guaina in tubo continuo di rame e conduttori in rame (non propagante l'incendio e resistente al fuoco).

Per la realizzazione dei circuiti di comando, di segnalazione e conduttori di terra in tubo interrato si dovranno utilizzare i seguenti tipi di cavo, oltre a quelli su indicati:

- N07V-K 450/750 V : cavo unipolare flessibile isolato in PVC di qualità R2 (non propagante la fiamma);

Colori distintivi

Si deve utilizzare il colore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. In assenza del conduttore di neutro, l'anima di colore blu chiaro dei cavi multipolari può essere utilizzata come conduttore di fase. Non sono richiesti colori particolari per i conduttori di fase. Per gli eventuali circuiti SELV è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

5.2 Tubazioni

I tubi protettivi in materiale isolante, pieghevoli, corrugati da utilizzare per l'esecuzione di impianti incassati dovranno essere di tipo medio o pesante. Questi tipi di tubi potranno essere utilizzati sottotraccia, a parete, a soffitto e per la posa sotto pavimento. I tubi protettivi da esterno (TAZ) o le guaine flessibili a vista dovranno essere di tipo metallico in modo da proteggere meccanicamente le condutture da violenti urti.

Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere almeno pari a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi. Nelle condutture di nuova realizzazione la sezione occupata dai cavi di energia nei canali non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso, tenuto conto del volume occupato dalle connessioni.

Le canalette e le passerelle da usare dovranno essere prevalentemente di tipo metallico con caratteristiche adatte al luogo di installazione

Se uno stesso canale è utilizzato per cavi di energia e cavi di segnale deve essere munito di setti separatori. In alternativa si potrà procedere come segue:

- si può posare all'interno del canale un altro canale di dimensioni ridotte o un tubo protettivo;
- si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia.

6 CRITERI GENERALI DI PROTEZIONE ED INSTALLAZIONE

6.1 Distribuzione elettrica

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti saranno sempre installati all'origine dei circuiti; sia di quelli che attraversano i luoghi a maggior rischio in caso di incendio, sia quelli che originano nei luoghi stessi (anche per alimentare apparecchi utilizzatori contenuti nel luogo a maggior rischio in caso di incendio).

I circuiti, sia nei sistemi TT che TN, saranno protetti, oltre che con le protezioni generali della Norma CEI 64/8 (Capitolo 43 e della Sezione 473 a) con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possano innescare un incendio la corrente differenziale nominale dovrà essere $I_{dn} = 30 \text{ mA}$.

I collegamenti elettrici o connessioni (giunzioni e derivazioni) saranno eseguite con appositi morsetti, con o senza vite, con caratteristiche adeguate alla sezione dei cavi da collegare.

Non è consentito ridurre la sezione dei conduttori, né lasciare parti conduttrici scoperte. Nell'esecuzione del collegamento elettrico deve essere fatta attenzione affinché il rame nudo non fuoriesca dalla protezione del morsetto.

Le connessioni devono essere accessibili per manutenzione, ispezione e prove, per questo motivo devono essere in genere ubicate entro cassette e/o entro i pali. Per derivare i singoli punti luce all'interno dei vani di derivazione dei pali dovranno essere impiegati morsetti con idonee caratteristiche e le teste dei cavi dovranno essere protette per impedire l'ingresso di umidità tra le guaine isolanti. Le teste dovranno essere di colore blu per i circuiti "tuttanotte" e di colore rosso per i circuiti "mezzanotte".

6.2 Derivazione

Le cassette dovranno essere saldamente fissate alle strutture ed avere coperchio fissato con viti, non sono ammessi i coperchi ancorati con graffette. Le connessioni ed i cavi posati all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Nelle cassette di derivazione i conduttori possono transitare senza essere interrotti, essi devono essere attestati su morsettiere di sezione adeguata, realizzate, di norma con morsetti in materiale termoplastico isolante autoestinguente con lamella, montati su guida DIN o tramite morsetti isolanti che garantiscono un grado di protezione minimo IP2X.

Al fine di non pregiudicare le caratteristiche di tenuta, nella posa delle cassette di derivazione dovrà essere posta particolare cura a:

- ingresso tubazioni e/o condutture;

- fissaggi;
- collegamento a terra delle cassette metalliche.

In particolare sono richieste:

- cassette in materiale termoindurente, resina poliestere, rinforzato con fibre di vetro per gli ambienti ove è richiesto un grado di protezione IP55 o oltre.

Non è ammesso il transito nella stessa cassetta di conduttori appartenenti a impianti o servizi differenti. In ogni caso, al fine di garantire una agevole sfilabilità dei cavi, devono essere previste cassette di derivazione sulle tubazioni ogni 2 curve e comunque ogni 25 m circa di tubazione rettilinea.

6.3 Dimensionamento dei circuiti

I circuiti saranno dimensionati e verificati secondo la seguente metodologia:

6.3.1 Protezione contro i sovraccarichi (Norma CEI 64.8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove

I_b	=	Corrente di impiego del circuito
I_n	=	Corrente nominale del dispositivo di protezione
I_z	=	Portata in regime permanente della conduttura
I_f	=	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

6.3.2 Protezione contro i Corto Circuiti (Norma CEI 64.8/4 - 434.3)

$$I_{cc} \text{ Max} \leq P.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2 S^2$$

Dove:

I_{ccMax}	=	Corrente di corto circuito massima
P.d.i.	=	Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
I^2t	=	Integrale di Joule della corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
K	=	Coefficiente della conduttura utilizzata 115 per cavi isolati in PVC 135 per cavi isolati

in gomma naturale e butilica 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

Protezione contro i Contatti indiretti (Norma CEI 64.8/4 - 413.1.3.3 / 413.1.4.2 / 413.1.5.3 / 413.1.5.5 / 413.1.5.6)

6.3.2.1 per sistemi TT si soddisfa la condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

Dove

RA = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in ohm

Ia = è la corrente che provoca l'intervento automatico del Dispositivo di protezione, in ampere

6.3.2.2 Per sistemi TN si soddisfa la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

Dove

Uo = Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt

Zs = Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente

Ia = Valore in ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64.8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione

6.3.3 Energia specifica passante

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove:

I²t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I²t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

K²S² = energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Dove:

K = coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)

S = sezione della conduttura

6.3.4 Caduta di tensione

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove

Ib = corrente di impiego Ib o corrente di taratura In espressa in A

RI	=	resistenza (alla TR) della linea in Ω/km
XI	=	reattanza della linea in Ω/km
K	=	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
L	=	lunghezza della linea

6.3.5 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove

TR	=	temperatura a regime espressa in $^{\circ}\text{C}$
TZ	=	temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in $^{\circ}\text{C}$
TA	=	temperatura ambiente espressa in $^{\circ}\text{C}$
n	=	rapporto tra la corrente d'impiego Ib e la portata Iz del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

6.3.6 Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_{cc \text{ min a fondo linea}} > I_{int}$$

Dove

$I_{cc \text{ min}}$	=	corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.
I_{int}	=	corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64.8/4 - 41A, 41B e 48° (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

6.3.7 Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea e dalla caduta di tensione a fondo linea. - la verifica sarà eseguita per i circuiti relativi agli impianti di sicurezza quale garanzia di ottemperanza a quanto previsto dalla normativa UNI 11222 - 4.4g) e h)

7 CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI ELETTRICI IN RELAZIONE AGLI AMBIENTI E MODI DI INSTALLAZIONE

La scelta dei componenti elettrici e la loro messa in opera permetteranno di soddisfare le misure di protezione per la sicurezza, le prescrizioni per un funzionamento corretto per l'uso previsto dell'impianto e le prescrizioni appropriate alle influenze esterne previste.

Ogni componente dell'impianto sarà scelto ed installato in modo da soddisfare alle prescrizioni della Normativa CEI 64-8 e alla normativa specifica e di prodotto in quanto applicabile.

Ogni componente elettrico sarà conforme alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI di prodotto.

In relazione ai criteri di protezione dai contatti diretti tutti i componenti elettrici possederanno almeno i seguenti gradi di protezione:

- IPXXD (oppure IP4X) per le superfici superiori orizzontali a portata di mano;
- IPXXB (oppure IP2X) per tutti gli altri casi.

Per i pavimenti e le pareti degli ambienti nei quali si procede usualmente a spargimento di liquidi tutti i componenti elettrici avranno un grado di protezione non inferiore ad IPX4 e per le zone di lavaggio con getti d'acqua:

- IPX5 per installazione a parete
- IPX4 per installazione a soffitto.

8 PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE

Le caratteristiche prestazionali dell'impianto saranno garantite in base ai criteri espressi dalla norma di riferimento:

- **UNI EN 11248: Illuminazione stradale.** La norma definisce la tipologia della strada ed in base alla classe di rischio vengono identificati i parametri illuminotecnici da rispettare.

Tale norma definisce i parametri minimi da garantire, in base alla classificazione della strada.

Strada	indipendenti (min)	senso di marcia (min)	minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Figura 1: estratto norma UNI EN 11248

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicircondico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U ₀ E medio	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	Classe	E _{sc} Minimo (mantenuto) lx
CE0	50	0,4	10	ES1	10
CE1	30	0,4	10	ES2	7,5
CE2	20	0,4	10	ES3	5
CE3	15	0,4	15	ES4	3
CE4	10	0,4	15	ES5	2
CE5	7,5	0,4	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. min (mantenuto)	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	ES7	1
S1	15	5	15	ES8	0,75
S2	10	3	15	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5	1	20	Classe	E _v Minimo lx
S5	3	0,6	20	EV3	10
S6	2	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5

Figura 2: estratto norma UNI EN 11248

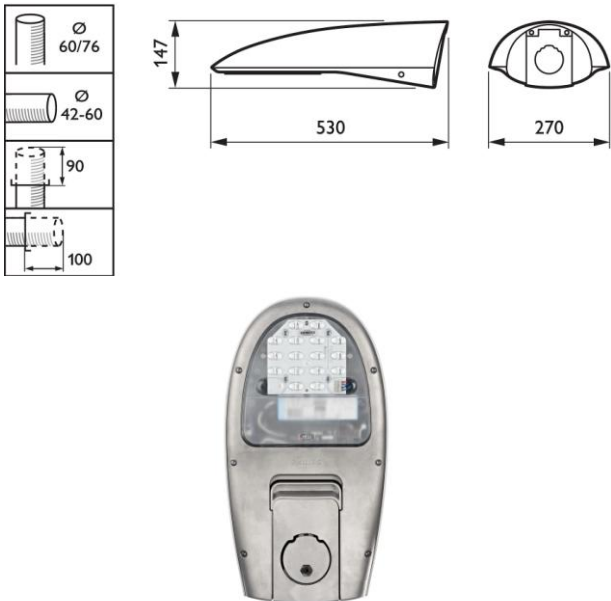
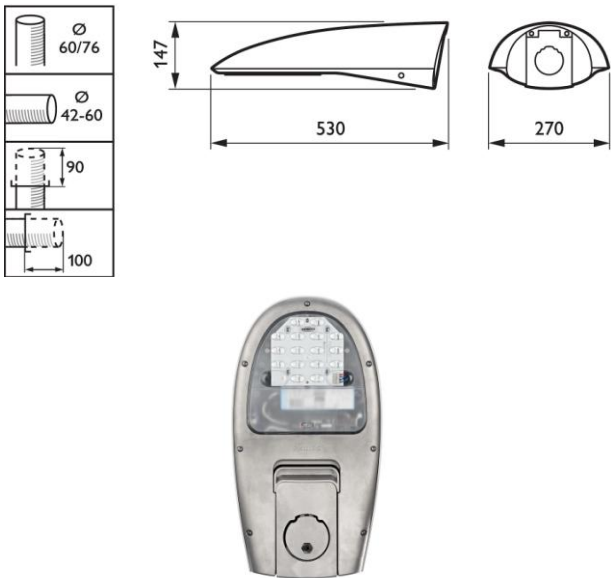
In base alla UNI EN 11248 il tratto analizzato risulta in classe:

- **categoria CE5**

Classe	E.medio [lux]	U0 medio
CE5	7.5	0.4

9 APPARECCHI ILLUMINANTI STATO DI PROGETTO

Nel presente paragrafo si riportano gli apparecchi illuminanti utilizzati per la viabilità e di seguito quelli utilizzati per il parcheggio.

	IRIDIUM GEN3 LED MINI BGP381 1xGRN40/740 WSO 35W <u>Caratteristiche elettriche</u> PHILIPS BGP381 1xGRN35/740 WSO Articolo No.: Flusso luminoso (Lampada): 3192 lm Flusso luminoso (Lampadine): 3508 lm Potenza lampade: 27.1 W Classificazione lampade secondo CIE: 100 CIE Flux Code: 36 69 96 100 91 Dotazione: 1 x GRN35/740/- (Fattore di correzione 1.000).
	IRIDIUM 3 MINI BGP381 1XGRN35/740 WSO 27W <u>Caratteristiche elettriche</u> PHILIPS BGP381 1xGRN35/740 WSO Articolo No.: Flusso luminoso (Lampada): 3192 lm Flusso luminoso (Lampadine): 3508 lm Potenza lampade: 27.1 W Classificazione lampade secondo CIE: 100 CIE Flux Code: 36 69 96 100 91 Dotazione: 1 x GRN35/740/- (Fattore di correzione 1.000).

I pali installati avranno le seguenti caratteristiche:

- *viabilità*: armature da 8 metri con braccio 1.5m;
- *parcheggi*: armature da 12 metri prive di braccio.

Per la disposizione e l'altezza delle armature stradali si rimanda alla tavola di progetto.

10 PROGETTAZIONE CON SOFTWARE DI CALCOLO

La progettazione illuminotecnica della viabilità esterna e dei parcheggi è stata eseguita mediante il software di calcolo Dialux 4.12.

La posizione, il numero, e le caratteristiche delle armature son atte a soddisfare i parametri imposti da normativa, sia per quanto riguarda l'illuminamento medio che l'uniformità.

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola di progetto ed al calcolo illuminotecnico.