

RELAZIONE SPECIALISTICA
CALCOLI ILLUMINOTECNICI
E IMPIANTI

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA STRADALE
IN PORTO SAN PAOLO

I STRALCIO ESECUTIVO

Progettista: Dott. Ing. Patrizia Barrale

Committente: Comune di Loiri Porto San Paolo

Data: 23 Giugno 2011

UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali

UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni

UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche

UNI EN ISO 14253-1 Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante misurazione dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni - Regole decisionali per provare la conformità o non conformità rispetto alle specifiche

UNI 11248 –Categorie illuminotecniche che permettono di ottenere i livelli di illuminazione della UNI EN 13201

Classificazione delle strade e categoria illuminotecnica di riferimento

Categoria illuminotecnica di riferimento

Il prospetto 1 indica la categoria illuminotecnica di riferimento, nelle condizioni dei parametri di influenza riportate nel prospetto 2.

Classificazione delle strade

I prospetti 2 - 3 - 4 riportano la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore ed individuano le categorie illuminotecniche di riferimento. La classificazione della strada deve essere comunicata al progettista dal committente o dal gestore della strada, valutate le reali condizioni ed esigenze.

Prospetto 1

Le classi CE

Strade con traffico conflittuale

Classi CE		
Classe	Prescrizioni	
	Illuminam. medio	U_0
CE0	50	0,4
CE1	30	
CE2	20	
CE3	15	
CE4	10	
CE5	7,5	

Prospetto 2

UNI 10439	EN 13201 – Serie ME di classi di illuminazione					
	Luminanze manto stradale asciutto				Abbagliam. debilitante	Illumin. ambiente
	Classi	L [cd/m^2] [min mant.]	U_0 [minimo]	U_1 [minimo]	TI [%] [massimo]	SFfb [minimo]
6	ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
5	ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
-	ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
-	ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
4	ME3e	1,0	0,4	0,5	15	0,5
-	ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
3	ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
2	ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
1	ME6	0,3	0,35	0,4	15	-

Prospetto 3

Tipo	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 del DM 6792/01)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME3
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	
	Strade urbane interquartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 del DM 6792/01)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3
		30	S2
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 del DM 6792/01)	50	ME3
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	50	CE1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE3
	Strade locali interzonali	50	
30			
-	Piste ciclabili DM 557/99	-	CE2
	Strade art. 3.5 DM 6792/01: strade a destinazione particolare	30	

Prospetto 4

Classificazione illuminotecnica delle strade e dei percorsi										
Norma	N.	Strada o percorso	Classe		Luminanze [cd/m ²]	Illuminamenti [lx] (1)		Uniformità [%]		TI [%] (5)
			UNI	CEN		Orizzontali	Verticali (2)	U ₀ (3)	U _l (4)	
CEN 13201	1	Autostrade urbane	A	M1	2,0	35		0,4	0,7	10
	2	Scorrimento veloce	D1							
	3	Scorrimento	D2							
	4	Interquartiere	E1	M2	1,5	20				
	5	Quartiere	E2							
	6	Locale interzonale	F	M4	0,8	10			0,35	
	7	Locale		M5	0,5	7,5				
	8	Marciapiedi	-	Luminanze e illuminamenti ? 30% di valori stradali				0,2	-	-
13201	9	Portici	-	P1	-	20	7,5	-	-	
	10	Piste ciclabili	-	P2	-	10	-	-		
	11	Pedonale	-	P3	-	7,5	3,0	-		
	12	Aree verdi								
	13	Aree di parcheggio	-	P4	-	5,0	2,0	-		
8	Gallerie e sottopassi	Vedere la pubblicazione CIE 88								

- (1) Valore di riferimento per il collaudo che viene effettuato in base al valore degli illuminamenti
- (2) Illuminamento verticale minimo a 1,5 m di altezza
- (3) Uniformità globale U₀ - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo
- (4) Uniformità longitudinale U_l - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia
- (5) Incremento di soglia di visibilità causato dall'abbagliamento debilitante

Norma UNI 11248

Tipologia strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità (km h ⁻¹)	Categoria illuminotecnica di riferimento	Note paragrafo
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
	Autostrade urbane	130		
A ₂	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME4a	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 del DM 6792/01)	70 - 90	ME3a	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a	
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a	
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	
	Strade urbane di quartiere	50		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 del DM 6792/01)	70 - 90	ME3a	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
	Strade locali extraurbane	50	ME4b	
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 del DM 6792/01)	50	ME4b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5		
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5		
	Strade locali interzonali	50	CE5	
	30			
	Piste ciclabili DM 557/99	Non dichiarato	S2	Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
	Strade art. 3.5 DM 6792/01: strade a destinazione particolare	30		Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.

L'illuminazione della rotatoria, in accordo con le norme citate, è stata classificata come segue:

CLASSE CE2 = STRADE A TRAFFICO CONFLITTUALE (rotatorie) o strade F locali urbane con limite di velocità 30 Km/h.

- illuminamento medio orizzontale strada = 20 Lux con coefficiente di uniformità $U=0,4$ e luminanza di 1,5 cd/mq.

- illuminamento medio orizzontale marciapiedi = 7,5 Lux.

La tipologia del corpo illuminante è stato scelto in conformità a quelli già esistenti :

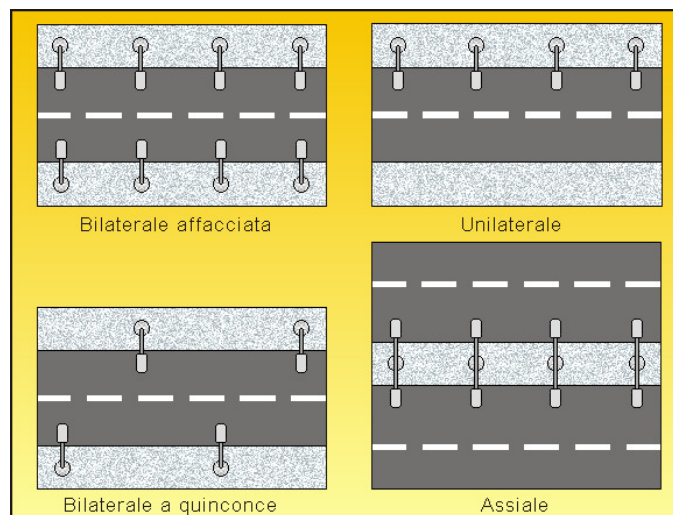
Il sostegno è del tipo a doppio sbraccio asimmetrico Miletus 150 Grechi colore Nero inattaccabile dalla corrosione, ad elevata resistenza meccanica, altezza totale 10700 mm, altezza Fuori Terra 10000 mm, diametro base 200mm, sommità 80mm. completo di finestra di ispezione (353x64mm) e di morsettiera asportabile a 4 poli e 16 mm², sezione max. Con 2 fusibili di protezione da 16A.

Predisposto con foro per ingresso cavo di alimentazione, con forature ad altezze diverse

- a seconda dell'utilizzo
- Corpo illuminante di sommità tipo "Origia 800" o Quantica 650 . Cablato per lampade a vapori di sodio A.P. da 250W. Classe II , grado di isolamento IP 54.
- Corpo Illuminante centrale Tipo "Origia 600" o Quantica 500. Cablato per lampade a vapori di sodio A.P. o agli ioduri metallici da 150 W. Classe II , grado di isolamento IP 54.

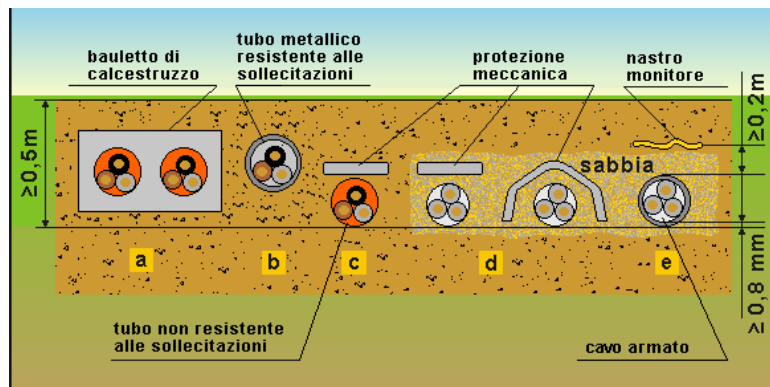
Disposizione dei centri luminosi

I pali sono stati posizionati secondo la disposizione bilaterale o la cosiddetta disposizione a quinconce (a scacchiera con disposizione bilaterale alternata) lungo la strada larga 9 m, posti ad una distanza di 25 m in rotatoria e di 30 m lungo i viali.



Criteri di installazione

L'impianto di illuminazione esterno è alimentato mediante linea in cavo interrato. Si è preferito adottare l'alimentazione con cavi interrati all'interno di corrugati ad una profondità minima di 0,5 m nei marciapiedi e ad una profondità di 1 m negli attraversamenti stradali con protezione di un massetto in cls soprastante.

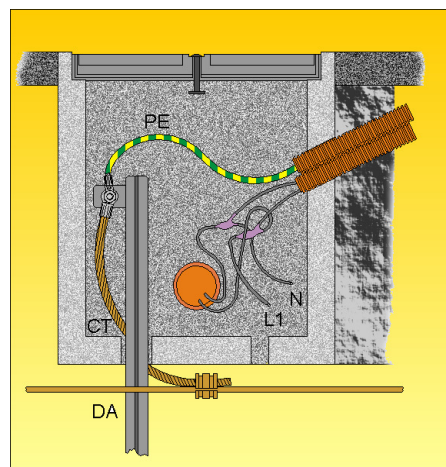
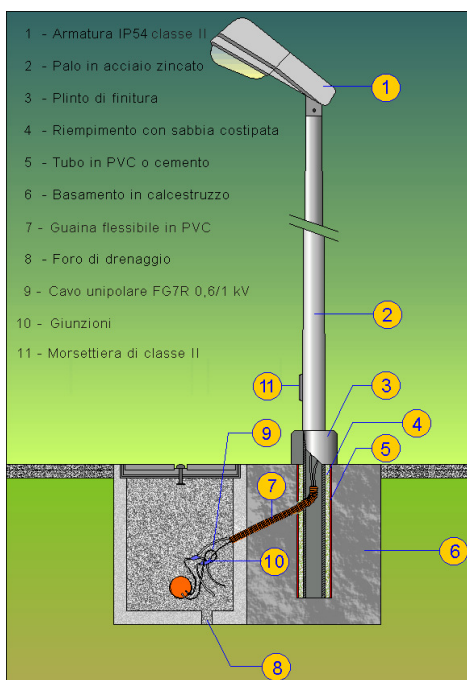


Tutte le linee elettriche sia dei circuiti di potenza che dei circuiti ausiliari, saranno costituite da cavi unipolari o multipolari con conduttori in rame isolati con speciale gomma etilenpropilenica ad alto modulo “EPR” e corredati di guaina esterna termoplastica speciale del tipo non propagante l’incendio a norma CEI 20-22II, con contenuta emissione di gas corrosivi (CEI 20-37), sigle di designazione **FG7R 0,6/1KV**.

Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti è stata realizzata adottando apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: **apparecchi di Classe II**. In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell’impianto di Classe II.

Alimentazione con cavo interrato di centro luminoso di classe II. Particolari del basamento di fondazione, del pozzetto di derivazione e delle tubazioni di l’ingresso dei cavi. E’ vietata la messa a terra e l’ingresso dei cavi nel palo deve essere adeguatamente protetto mediante guaina dal rischio di danneggiamenti.



PLINTI DI FONDAZIONE

Il plinto di fondazione verrà realizzato con i seguenti materiali:

Calcestruzzo con Classe di resistenza Rck 30 N/mm² - Composizione della miscela idonea all'impiego per conglomerato cementizio armato con classe di esposizione 2a (ambiente umido senza gelo).

Verifica a ribaltamento

Il dimensionamento dei blocchi è stato condotto ipotizzando delle dimensioni e verificandone successivamente l'idoneità statica. La verifica viene condotta secondo quanto riportato nella citata normativa (D.M. 21/03/1988) per il caso di fondazioni a blocco unico di forma parallelepipedica. Trascurando il contributo laterale alla resistenza deve essere:

$M_r \leq g \cdot b \cdot c^3 + 0,85 \cdot P \cdot A/2$ dove:

M_r = Momento Ribaltante rispetto al piano di appoggio della fondazione di tutte le forze applicate al sostegno, espresso in N*m;

P = Peso del blocco e della struttura che insiste su di esso, espressa in N;

A = Lato della base del blocco di fondazione, espresso in m.

C = Profondità d'interramento del blocco di fondazione;

$g = 18000 \text{ N/m}^3$

Il momento ribaltante M_r viene valutato in funzione delle forze orizzontali che agiscono sul palo, costituite unicamente dall'azione del vento.

Pressione cinetica del vento:

Dalla citata normativa (D.M. 16 Gennaio 1996) si ricava:

$$Q = q_{ref} \times C_e \times C_p \times C_d$$

$$q_{ref} = V^2$$

$q_{ref}/1.6$ = Pressione cinetica di riferimento;

V_{ref} = Velocità di riferimento del vento

C_e = Coefficiente di esposizione;

C_p = Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento e vale:

$$1,2 \text{ per } d \cdot q^{-2} \leq 2,2$$

$$(1,783 - 2,263 \cdot d \cdot q^{-2}) \text{ per } 2,2 < d \cdot q^{-2} < 4,2$$

$$0,7 \text{ per } d \cdot q^{-2} > 4,2$$

Cd = Coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

Nota la pressione cinetica si valuta l'azione d'insieme (N) del vento sul palo. Si tratta di un corpo cilindrico avente diametro "d" e altezza fuori terra "L", perciò l'azione d'insieme e' data da: $N = Q \cdot d \cdot L$

Per la valutazione del Momento Ribaltante tale azione si considera applicata alla mezzeria del palo. Si riportano i risultati della verifica condotta per diverse altezze dei pali utilizzati:

Vref	qref	Ce	Cp	Cd	Q	D	L	N	Mr	P	A/2	C	Ms
28	490	2.64	0.7	1	905.52	0.102	6+1	554.17	2216	26500	0.50	0.7	12207

Dimensionamento dell'armatura

Allo scopo di solidarizzare il blocco di fondazione, in modo che esso costituisca un corpo unico, evitando il pericoloso insorgere di lesioni che a lungo andare potrebbero pregiudicare la stabilità del palo, si disporrà una armatura fuori calcolo. Tale armatura e' costituita da 5+5 staffoni fi 8 mm.

PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTO ELETTRICO

Gli impianti elettrici che costituiscono l'oggetto della presente relazione, dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni tecniche generali e particolari specificate nella presente, salvo restando l'osservanza dei più moderni criteri della tecnica impiantistica ed il fedele e costante rispetto delle buone regole di installazione ed in particolare delle Leggi e delle Norme vigenti in materia, nonché delle:

- Istruzioni per l'esecuzione a regola d'arte e la corretta esecuzione degli impianti elettrici
- Prescrizioni e raccomandazioni della Società Distributrice dell'Energia Elettrica

In modo particolare la rispondenza degli impianti alle Norme è intesa nel modo più restrittivo: nel senso cioè che non solo l'installazione è adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma è anche richiesta un'analoga rispondenza alle norme da parte di tutti i materiali ed apparecchiature impiegate nella realizzazione degli impianti elettrici oggetto della presente. Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle Norme di installazione degli impianti elettrici dovranno essere scelti materiali provvisti del MARCHIO ITALIANO DI QUALITÀ' (IMQ) per tutti i prodotti per i quali il marchio stesso è ammesso e marchiatura CE. In tutti i casi comunque, i materiali dovranno essere scelti fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire, tenendo anche conto dell'importanza della continuità del servizio e della facilità di manutenzione.

Dati di Progetto

Tensione di fornitura ENEL

Tensione nominale	Un (V)	400
Frequenza nominale	f (Hz)	50
Potenza presunta impegnata	P (Kw)	6 KW

Sistema di distribuzione

- Distribuzione a 4 conduttori (3Fasi + neutro) , tipo TT con doppio circuito (tutta notte-mezza notte)

- Protezione contro i contatti indiretti a mezzo delle protezioni di massima corrente coordinate secondo Norme C.E.I. 64-8 e delle protezioni ad intervento sulla corrente differenziale.

Cadute di tensione massima

- Circuiti di illuminazione: 3%

La misurazione è da considerarsi all'utilizzatore più distante dal punto di inizio dei circuiti in bassa tensione.

Tipologia di impianto

- Da realizzarsi in esecuzione idonea all'ambiente di installazione.

- Zona Marciapiedi: impianto interrato

- Zona Attraversamenti Stradali : impianto interrato e cementato

QUADRO

Quadri Generali di comando

Armadio a parete in resina, del tipo con portine frontali, avente grado di protezione minimo IP55, costruito in conformità alla Norma CEI 17-13. La carpenteria dovrà essere dimensionata per un numero di apparecchiature di riserva pari al 15% in più rispetto a quelle previste in progetto. La struttura del quadro sarà tale che per intervento automatico, manovra di apparecchi, operazioni di estrazione ed inserzione di qualsiasi apparecchio estraibile, non si verifichino vibrazioni capaci di provocare interventi intempestivi di apparecchi o venga compromesso il regolare funzionamento delle apparecchiature. Il quadro sarà dotato di collettore di terra (PE) in rame, disposto lungo tutto il fondo del quadro, con almeno due predisposizioni per il collegamento di corde di rame (conduttori di protezione) derivate dalla rete generale di terra. I collegamenti ai circuiti ausiliari saranno disposti in apposite canalette di cablaggio in materiale autoestinguente e dovranno far capo a morsettiere di tipo componibile opportunamente numerate per contraddistinguere il servizio od il circuito cui ciascun conduttore appartiene. Sul fronte del pannello saranno disposte targhette che daranno una chiara indicazione delle funzioni dei diversi componenti. La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata in modo da garantire un grado di protezione almeno IP 20 a portelle aperte.

Sicurezza

Il progetto e l'esecuzione degli impianti dovrà tenere conto dei particolari requisiti di sicurezza necessari.

Si dovrà pertanto tenere conto di:

- assicurare la protezione termica delle linee
- garantire una illuminazione di sicurezza nei punti di passaggio ed in corrispondenza delle vie di transito
- ottenere una equalizzazione del potenziale sulle masse metalliche accessibili
- realizzare una efficace protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Nel caso di cavi multipolari il conduttore di protezione e, ove necessita, il conduttore di neutro dovranno far parte dello stesso cavo multipolare. Tutti i cavi dovranno essere contrassegnati ad ogni estremità da fascette numerate riportanti la sigla di riferimento dell'apparecchiatura cui fanno capo. La colorazione dell'isolante dei conduttori dovrà essere conforme alle Norme CEI-UNEL, e comunque il conduttore di neutro dovrà essere blu chiaro e quello utilizzato come conduttore di protezione "PE" dovrà essere giallo-verde. Nel caso di cavi unipolari il conduttore di neutro sarà identificato con siglatura / nastratura ogni 50 m ed in testa / coda; mentre per il conduttore di

protezione potrà essere utilizzato un conduttore del tipo N07-K di colore giallo verde. Tali colori non potranno essere utilizzati per identificare altri circuiti e non è ammesso ricorrere a nastature, guaine o altri metodi per nascondere o mascherare il colore originale(salvo quanto sopra detto). I conduttori che li compongono dovranno essere facilmente identificati tramite numero progressivo stampigliato sull'isolante o tramite sistema pilota unidirezionale, in quest'ultimo caso i terminali dovranno essere corredati di collarino chiuso che ne identifichi il numero progressivo del conduttore del cavo. Ciascun conduttore dovrà essere identificato con la stessa sigla del morsetto cui si attesta (sul lato quadro la sigla di identificazione dovrà essere uguale alla sigla alfanumerica del conduttore di cablaggio interno quadro che si attesta sul morsetto). Le sezioni dei cavi dovranno essere dimensionate in accordo alle Norme CEI 64-8 e tabelle UNEL considerando una corrente d'esercizio pari al 120% della corrente nominale dell'utenza o del quadro collegato, considerando una temperatura ambiente di almeno 30°C se in aria e 20°C se interrata, tenendo conto dei coefficienti di riduzione dovuti al tipo di posa e, con massima caduta di tensione all'utenza più lontana non superiore al 3%. In ogni caso le sezioni dei conduttori dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8/5 cap. 523 e successivi. Per i circuiti di potenza non è ammesso l'uso di cavi con conduttori di sezione inferiore a 6 mm². Tutti i cavi dovranno essere contrassegnati in prossimità della morsettiera cui fanno capo, sull'apparecchiatura terminale e lungo il percorso mediante fascette numerate riportanti la sigla di riferimento dell'apparecchiatura cui fanno capo.

Dimensionamento Conduttori

Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle massime cadute, di tensione sopra citate, la densità di corrente nei conduttori, non deve superare il 90% di quella ricavabile dalle tabelle CEI-UNEL vigenti, applicando ovviamente anche i coefficienti correttivi relativi alle condizioni di posa.

Agli effetti del dimensionamento dei conduttori si farà riferimento ad un coefficiente di contemporaneità dei carichi pari a: **100% per circuiti di illuminazione**

Sezioni minime dei conduttori di fase

I conduttori di rame da impiegarsi per gli impianti di 1^a categoria non devono avere sezione inferiore a 2,5 mm².

Sezioni minime dei conduttori di neutro

Per gli impianti di illuminazione che utilizzano lampade a scarica la sezione del conduttore di neutro deve assicurare, anche per i circuiti polifasi, una portata non inferiore a quella dei conduttori di fase; per gli altri impianti valgono le prescrizioni delle norme CEI

Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione

Le sezioni devono essere tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme CEI e dalle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

Derivazioni e Giunzioni

Le derivazioni e le giunzioni dei conduttori devono essere effettuate mediante morsettiera contenute entro pozzetti con grado di protezione adeguato IP4X minimo, coperchi saldamente fissati (viti, graffette) e realizzate in modo da:

- consentire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere;
- permettere la giunzione senza provocare riduzioni della sezione di conduttori;

- mantenere in permanenza la pressione di contatto;
- non alterarsi in ambiente umido.

Le giunzioni e le derivazioni non devono alterare la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto e devono essere tali che la loro resistenza elettrica non aumenti apprezzabilmente col tempo; inoltre non devono essere sottoposte a sforzi meccanici. E' buona norma che i cavi e le giunzioni, posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Tubazioni Portacavi

Saranno di vari tipo, scelti in base alle specifiche esigenze, in esecuzione Interrata.

Si impiegheranno tubi in PVC ad anelli flessibili, serie pesante doppia parete completi di accessori di giunzione.

Tutte le canalizzazioni dovranno essere dimensionate in modo da poter mantenere una riserva di spazio pari al 30%.

Il diametro interno dei tubi, non sarà mai inferiore a 40 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,5 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo); il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti. Nei tratti in vista i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico tramite tasselli ad espansione con una interdistanza massima di 80 cm.

E' fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione dei gas, e di ammarrarsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi per impianti in vista devono essere infilati negli imbocchi delle relative cassette, scatole ed apparecchiature in modo da garantire una tenuta con grado di protezione non inferiore a IP4X per posa all'interno, utilizzando adatti raccordi dritti in resina e/o metallici.

Suddivisione dei Circuiti

Ciascuna linea relativa alla distribuzione sarà protetta sul quadro da interruttori automatici differenziali ad interruzione onnipolare (tetrapolari per derivazioni trifasi e bipolari per derivazioni monofasi). Non è ammessa l'utilizzazione di un unico neutro per più circuiti in partenza dai quadri. Non è ammesso superare la potenza di 2400 VA per ogni circuito monofase illuminazione.

PROTEZIONI

Si fa riferimento agli specifici articoli delle norme CEI relativi a:

- protezione contro i contatti diretti
- protezione contro i contatti indiretti
- protezione contro il sovraccarico
- protezione contro le sovracorrenti (corto circuiti)
- protezione contro gli effetti termici

Le misure di protezione adottate devono essere ovviamente idonee ed adeguate alle caratteristiche dell'ambiente di installazione.

Protezione Contro i Contatti Diretti

In genere saranno utilizzate protezioni mediante isolamento di parte attiva. Saranno pertanto adottati quegli accorgimenti (involucri, barriere, porte, chiavi, ecc.) per escludere l'accesso a parti in tensione senza prima aver effettuato tutte le manovre necessarie per il sezionamento dell'impianto e la messa a terra dei conduttori.

In particolare si prescrive che:

- l'accesso ai quadri o alle celle dei quadri deve essere fatto solamente da personale qualificato a mezzo di chiavi e non mediante attrezzi
- dovranno essere eseguiti tutti gli interblocchi necessari onde evitare la richiusura intempestiva del circuito
- i gradi di protezione dei quadri, delle cassette e dei contenitori di parte in tensione dovrà essere di almeno IP 5X
- adozione di relè differenziali ad alta sensibilità nei punti ove questo è possibile in particolare sulle linee finali alle utenze

Protezione Contro i Contatti Indiretti

La protezione deve essere realizzata:

- usando un isolamento rinforzato dove questo è possibile
- portando i conduttori di protezione a tutte le utenze elettriche, secondo le sezioni richieste dalle norme CEI
- realizzando i collegamenti equipotenziali a tutte le masse e masse estranee
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici simultaneamente accessibili da una massa
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici a portata di mano di massa
- inserendo nei circuiti delle protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

Protezioni Contro il Sovraccarico

Tutti i circuiti sono protetti contro il sovraccarico mediante interruttori automatici scelti in modo che sia soddisfatta la condizione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{dove:} \quad \begin{array}{l} I_n = \text{corrente nominale dell'interruttore automatico} \\ I_z = \text{portata del cavo} \\ I_b = \text{corrente d'impiego} \end{array}$$

Pertanto la protezione contro il sovraccarico è assicurata.

Annotazione: I circuiti luce non necessitano della protezione contro il sovraccarico in quanto possono dar luogo ad una elevata corrente solo in caso di guasto (cortocircuito). Ciò nonostante si proteggeranno ugualmente, ottenendo una maggiore sicurezza senza tener conto della lunghezza massima della linea protetta contro il cortocircuito.

Protezioni Contro le Sovracorrenti (cortocircuito)

Tutti i circuiti sono protetti contro le sovracorrenti mediante interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente. Gli interruttori automatici magnetotermici sono coordinati con le sezioni dei rispettivi circuiti, al fine di garantire la protezione delle sovracorrenti di sovraccarico e di corto circuito.

I dispositivi di protezione rispettano le seguenti condizioni:

- hanno taratura inferiore alla portata effettiva dei cavi da esso protetti, tenuto conto delle condizioni di posa;
- hanno taratura superiore alla corrente di impiego delle linee, nelle condizioni nominali, tenuto conto dei coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità dei carichi;
- hanno caratteristica termomagnetica adeguata alla funzione alla quale è adibito il circuito che devono proteggere;
- hanno adeguato potere d'interruzione, coordinato con la corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione del dispositivo stesso;
- in caso di corto circuito in qualunque punto della linea protetta, l'energia specifica passante è rigorosamente inferiore a quella sopportabile dal cavo;
- le correnti di corto circuito in fondo alla linea hanno valore tale da far intervenire i dispositivi di protezione nei tempi previsti dalle norme vigenti (intervento magnetico).

GARANZIA DELLA QUALITÀ IMPIANTISTICA

Circa la sicurezza dell'impianto contro i pericoli dell'elettricità, si osserva quanto segue:

- tutti i componenti l'impianto saranno di buona qualità e risponderanno alle rispettive norme CEI di costruzione o a norme equivalenti di buona tecnica (IEC, ecc.); inoltre essi saranno rispondenti al marchio IMQ oppure dotati di certificazione del costruttore.
- L'installazione dell'impianto sarà eseguita da una ditta in possesso dei requisiti tecnico - professionali, secondo la legge vigente, che lo realizzerà a regola d'arte, nel pieno rispetto delle norme CEI di installazione.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

A lavori completati, la ditta esecutrice dell'impianto dovrà compilare in ogni sua parte il modulo di dichiarazione di conformità, prescritto dal DM 37/08 e redatto ai sensi della medesima.

DOCUMENTAZIONI - PROVE - VERIFICHE

Dovrà essere presentata, al termine dei lavori, una completa documentazione sulla consistenza delle opere realizzate, sulla tipologia dei materiali impiegati e sulle caratteristiche degli stessi. Detta documentazione dovrà contenere gli schemi degli impianti, relativi ai quadri elettrici, ed i disegni planimetrici con riportate le posizioni delle apparecchiature installate. Le verifiche che l'installatore è tenuto ad effettuare devono essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella norma CEI 64-8/6, e si suddividono in:

- esame a vista
- prove

Dovranno quindi essere eseguite le misure e prove strumentali prescritte dalla norma, delle quali dovrà essere presentato un elaborato tecnico. Dette prove riguarderanno specificatamente:

- Verifica della continuità elettrica dei circuiti di protezione.
- Verifica della funzionalità dei dispositivi differenziali.
- Misure della corrente di corto circuito minima prevista.
- Misura della resistenza di terra.

I valori ottenuti, riportati su apposite tabelle, costituiranno la base per redigere la documentazione da presentare alla competente ASL di zona, nei prescritti termini di Legge.

IMPIANTO DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato tramite una corda di rame nudo di sezione 35mmq disposta lungo tutta la tratta di posa dei cavi direttamente a contatto con terreno, sarà giuntato in pozzetto di derivazione con apposito morsetto di ammarro del tipo a mantello a pressione o a bulloni. Il dimensionamento e l'esecuzione dei suddetti impianti dovranno essere realizzati sulla base di tavole planimetriche allegate. Gli impianti sopra descritti saranno da realizzare in conformità alle Normative Vigenti relative agli ambienti ove installati.

QUADRO ELETTRICO

CALCOLI ILLUMINOTECNICI

Il responsabile Tecnico