

**PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO PER
ILLUMINAZIONE PUBBLICA
STRADA E PARCHEGGIO
AI SENSI DEL D.M. N. 37 DEL 22/01/2008
UNI 11248**



REGIONE PIEMONTE
CITTA' METROPOLITANA DI TORINO
COMUNE DI RIVALTA DI TORINO

VIA MAROCCO S/N
10040 RIVALTA DI TORINO (TO)

P.E.C. Cc 21
AREE RESIDENZIALI DI COMPLETAMENTO

COMMITTENZA

PROGETTISTA

A. Maritano

.....
L. Gemello

.....
A. Gemello

.....
P. G. Gemello

Per. Ind. Stefano ROASIO

.....
(Timbro e Firma)

COPIA CLIENTE COPIA INSTALLATORE COPIA COMUNE COPIA ALTRO

PLANING MODIFICHE PROGETTO DI MASSIMA

Ed.	Rev.	Data	Cod. File	DESCRIZIONE DELLE MODIFICHE			
				Modifica	pag.	Firma Compilatore	Firma Approvazione
1	/	Settembre 2016	-	-	-	S.R.	

INDICE

<i>CAP. 1 - OGGETTO - DATI ANAGRAFI E TECNICI SOCIETÀ</i>	3
<i>CAP. 2 - OSSERVANZA DI LEGGE, DECRETI, REGOLAMENTI E NORME</i>	4
<i>CAP. 3 - ALIMENTAZIONE E MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA</i>	8
<i>CAP. 5 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI/INDIRETTI</i>	8
<i>CAP. 6 - CALCOLI DI VERIFICA PROGETTUALI</i>	9
<i>CAP. 7 - CAPITOLATO GUIDA PER L'INSTALLAZIONE</i>	26
<i>SCHEDA A1 CENTRALINO DI TIPO PLASTICO DA PARETE</i>	27
<i>SCHEDA B7 CONDUETTURA INTERRATA</i>	27
<i>SCHEDA D1 CAVERIA</i>	28
<i>CAP. 8 – IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE</i>	30
<i>CAP. 9 - SCHEMI ELETTRICI</i>	30
<i>CAP. 10 - ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI</i>	31
<i>CAP. 11 - COLLAUDI E CERTIFICAZIONI</i>	32
<i>CAP. 12 - VERIFICA TERMICA QUADRO ELETTRICO</i>	32

CAP. 1 - OGGETTO - DATI ANAGRAFI E TECNICI SOCIETÀ

Nel presente Capitolato Tecnico vengono descritte tutte le opere occorrenti per la realizzazione degli impianti elettrici della società:

Utenti: **A. Maritano, L. Gemello, A. Gemello, P. G. Gemello**

Sede impianto: **Via Marocco s/n - 10040 RIVALTA DI TORINO (TO)**

Attività: **Illuminazione pubblica**

DATI TECNICI IMPIANTO

Potenza Contrattuale: **3** kW

Tensione di funzionamento: **0.23** kV

Alimentazione: Rete a BT
 Cabina alimentata a _____ kV
 Impianto Autonomo di produzione

Sistema di alimentazione: TT
 TN
 TN-S
 TN-C
 TN-C-S
 IT

La progettazione comprende sinteticamente l'esecuzione delle seguenti opere:

- Impianti di alimentazione e distribuzione energia elettrica
- Impianti di illuminazione generale
- Impianti di illuminazione d'emergenza
- Impianti di forza motrice
- Impianti telefonici
- Impianti di dispersione correnti di terra
- Impianti di protezione scariche atmosferiche
- Impianti di cogenerazione

Oltre alle prescrizioni riportate sulla presente parte di relazione dovranno essere prese in considerazione le indicazioni fornite sui disegni di progetto allegati che, insieme alle schede tecniche costituiscono parte integrante del presente documento.

CAP. 2 - OSSERVANZA DI LEGGE, DECRETI, REGOLAMENTI E NORME

Le opere dovranno essere realizzate in conformità a leggi e regolamenti vigenti in materia alla data di esecuzione dei lavori. Qui di seguito si riportano in maniera indicativa e non esaustiva le fonti delle prescrizioni che dovranno essere osservate nella realizzazione degli impianti:

D.P.R. 547 del 27/4/1955 e successivi riguardanti la sicurezza sul lavoro.

D.M. e Circolari del Ministero dell'Interno in materia di prevenzione incendi.

Circolari del Comando Provinciale dei VV.F.

Legge 186/68 Impianti elettrici.

D.M. del 22/01/2008 n. 37

Norme CEI e progetti di norme CEI esistenti alla data di esecuzione degli impianti con particolare riferimento alle normative:

CEI 0-21; Regola Tecnica per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 64-8 VI Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in C.A. e a 1500 V cc.

CEI 64-12 Guida all'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.

CEI 23-3 Interruttori per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI 23-3V2 Interruttori per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in PVC e accessori

CEI 23-14 Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori

CEI 23-17 Tubi protettivi pieghevoli autorinvenenti di materiale termoplastico non autoestinguente

CEI 23-25 Tubi per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 23-26 Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

CEI 23-28 Tubi per installazioni elettriche Parte 2: Norme particolari per tubi Sezione uno - Tubi metallici

CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico rigido

CEI 34-21 Apparecchi d'illuminazione (Prescrizioni generali).

CEI 34-22 Apparecchi d'illuminazione (Requisiti particolari). Apparecchi per l'illuminazione d'emergenza.

EN 61439-0 Guida di applicazione e supporto alla specificazione dei quadri;

EN 61439-3 Quadri di distribuzione per personale non addestrato (sostituirà la norma EN 60439-3);

EN 61439-5 Quadri di distribuzione per reti pubbliche (sostituirà la norma EN 60439-5);

EN 61439-1 (CEI 17-113) " Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali"

EN 61439-2 (CEI 17-114), " Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza "

CEI 17-13/1 Apparecchiatura assiemate di protezione di manovra per bassa tensione (BT). Parte 1 prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).

CEI 17-13/1 Quadri di distribuzione ASD.

CEI EN 50525 Cavi Energia con tensione Nominale non superiore a 450/750V (U₀/U)

CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio.

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a BT

UNI EN 13201 (2-3-4) Illuminazione stradale: Requisiti prestazionali – Calcolo delle prestazioni- Metodi di misura delle prestazioni.

UNI 10819 Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

L.R. n. 12 del 25 Luglio 2002 "Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata..."

Prescrizioni e raccomandazioni delle USL, ENEL.

Tutti gli oneri derivanti dall'inottemperanza alle norme anzidette ed all'acquisizione della documentazione relativa dovranno intendersi a carico della committenza.

Inoltre sono a carico della committenza. tutte le modifiche da apportare alle opere, anche se già eseguite in relazione alle eventuali prescrizioni del Comando Provinciale V.V.F. e dell'U.S.L. in sede preventiva ed in sede di collaudo degli impianti.

Sono a carico della committenza tutti gli adempimenti e le spese per il conseguimento di tutte le licenze e permessi necessari per il funzionamento dell'impianto nei confronti delle Autorità, Enti ed Associazioni aventi il compito di eseguire controlli, nonché le pratiche per la denuncia di terra, le pratiche e le procedure presso gli Enti erogatori per gli allacciamenti dell'edificio alla reti pubbliche ed in particolare:

- Allacciamento energia elettrica.

La situazione normativa

I requisiti di illuminazione delle strade (illuminazione pubblica) fino all'ottobre 2007 erano definiti dalla norma UNI 10439 "Illuminotecnica – Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato".

Tale norma si applicava solo alle strade con traffico motorizzato e, inoltre, prevedeva un unico tipo di illuminazione, senza consentire una riduzione del livello luminoso (ad esempio per risparmiare energia) nelle strade a bassa intensità di traffico, nelle strade con buona visibilità, ecc.

La situazione cambiava con la pubblicazione della norma UNI 11248-2007 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche", la quale permetteva di utilizzare la precedente norma EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali". Nell'ottobre 2012 la norma UNI 11248 veniva aggiornata con modifiche significative riguardanti in particolare:

- la variazione del prospetto 1 "Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica", che da classificazione di riferimento diventa classificazione di ingresso per l'analisi dei rischi;
- l'eliminazione del prospetto 2 "Parametri di influenza (se rilevanti) considerati per le categorie illuminotecniche di riferimento di cui al prospetto 1";
- la variazione del prospetto 3, ora prospetto 2 "Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza";
- la variazione dell'appendice A.

Di particolare rilevanza è la variazione del prospetto 1 che ha portato all'aumento di una categoria illuminotecnica per tutti i tipi di strada. Ricapitolando la norma UNI 11248-2012 indica come individuare, previa apposita valutazione, la categoria illuminotecnica dei vari tratti di strada, mentre la norma UNI EN 13201-2 stabilisce le prestazioni illuminotecniche di ciascuna categoria. Pertanto l'insieme di queste due norme permette di progettare l'illuminazione stradale in modo più coerente con le diverse finalità illuminotecniche, anche se questo comporta una maggiore complessità. Completano il quadro normativo sull'illuminazione stradale le norme:

EN 13201-3 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni";

EN 13201-4 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misura delle prestazioni fotometriche".

La norma UNI EN 11248-2012 – Individuazione della categoria illuminotecnica. La procedura utilizzata dalla norma UNI 11248-2012 per definire la categoria illuminotecnica di progetto si basa sulla "valutazione del rischio": ciascun tratto di strada presenta caratteristiche specifiche in base alle quali stabilire l'illuminamento.

Le caratteristiche specifiche di un tratto di strada, che sono significative sul piano illuminotecnico e che, quindi, influiscono sui requisiti illuminotecnici sono indicate dalla norma UNI 11248-2012 con il termine "Parametri di influenza".

Sono ad esempio parametri di influenza il flusso di traffico, l'eventuale presenza di zone di conflitto, assenza di svincoli e/o intersezioni a raso, di attraversamenti pedonali, ecc., vedi tabella B.

La nuova norma ha quindi definito, per ogni tipo di strada (autostrade, strade extraurbane, urbane, ecc.), una categoria illuminotecnica di ingresso, vedi tabella A, corrispondente alla massima categoria ammissibile per il tipo di strada, diventando la categoria di partenza per la valutazione dei rischi e sulla quale considerare la riduzione, eventualmente applicabile, in funzione dei parametri di influenza.

Il decremento totale della categoria, funzione dei parametri di influenza individuati, non può essere maggiore di 2.

Oltre ai suddetti parametri di influenza la norma permette di apportare la riduzione massima di una categoria nel caso si utilizzino apparecchi che emettono luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60.

I parametri illuminotecnici delle categorie stradali di ingresso (ME) sono riportati nella tabella C, di cui alla norma UNI EN 13201-2, che individua i requisiti fotometrici per le diverse categorie illuminotecniche.

Alla suddetta tabella si fa riferimento per rispettare i requisiti minimi richiesti sia confermando in fase di progetto la categoria di ingresso, sia adottando la categoria eventualmente declassata con riduzione dell'indice numerico (ad esempio se la categoria di ingresso è la ME3b una decurtazione pari a "1" determina la scelta della categoria ME4a).

Tabella A – Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi	
A ₁	Autostrade extraurbane 130 ÷ 150	130-150	ME1	
	Autostrade urbane	130		
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 ÷ 90	ME2	
	Strade di servizio alle autostrade urbane			
B	Strade extraurbane principali	70 ÷ 90	ME3b	
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali			
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 ÷ 90	ME2	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 ÷ 90	ME2	
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2	
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2	
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 ed F2)	70 ÷ 90	ME2	
	Strade locali extraurbane	50	ME3b	
		30		
	Strade locali urbane	50	ME3b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2	
		Strade locali urbane: aree pedonali		5
		Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)		5
Strade locali interzonali	50	CE4/S2		
	30			
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali Non dichiarato	Non dichiarato	S2	
	Strade a destinazione particolare	30		

Tabella B – Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza

Parametro di influenza	Riduzione max della categoria Illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	
Assenza di attraversamenti pedonali	

Tabella C – Categorie illuminotecniche serie ME

Categoria	Luminanza del manto stradale della categoria in condizioni di asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m ² minima mantenuta	Uo (minima)	UI (minima)	TI in % (massimo)	SR (minima)
ME1	2.0	0.4	0.7	10	0.5
ME2	1.5				
ME3a	1.0				
ME3b					
ME3C					
ME4a	0.75	0.6	15		
ME4b		0.5			
ME5a	0.5	0.35	0.4		
ME6a	0.3				Nessun requisito

L: valore medio della luminanza del manto stradale;
Uo: rapporto tra luminanza minima e luminanza media;
UI: valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia della carreggiata;
TI: misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale;
SR: rapporto tra l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi.

Scelta della categoria illuminotecnica.

Le strade interessate dall'intervento sono strade interne all'abitato ed in mancanza di un piano traffico si posso classificare di tipo E "Strade urbane di quartiere", la cui categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi così come previsto dalla norma UNI 11248-2012 è la ME3b.

Dall'analisi dei rischi quale valutazione dei parametro di influenza per la determinazione della categoria illuminotecnica, tenuto conto che l'intervento riguarda la sostituzione di apparecchi su impianti esistenti (con interdistanze variabili), pur ricorrendo la possibilità della riduzione di una categoria per l'utilizzo di sorgenti luminose con indice di resa cromatica superiore a 60, si ritiene prudenzialmente di adottare la stessa categoria di ingresso. La riduzione della categoria illuminotecnica è riservata alle ore notturne ove il traffico è minore del 25% rispetto alla portata di servizio. La classificazione della strada e la scelta definitiva della categoria porta al rispetto dei seguenti parametri fotometrici così come definito dalla norma UNI EN 13201-2:

- categoria ME3b
 - **Lm** (luminanza media) = 1,0 cd/m²
 - **Uo** (uniformità trasversale) = 0,4
 - **UI** (uniformità longitudinale) = 0,6
 - **TI %** (indice di abbagliamento) = 15

Verifica progettuale

Le strade oggetto dell'intervento presentano una larghezza costante della sede viaria di circa 6.5 m, con pavimentazione in asfalto bituminoso scuro.

La geometria degli impianti risulta essere la seguente:

- disposizione dei punti luce: unilaterale;
- arretramento dei punti luce rispetto alla carreggiata: 0,5 m;
- interdistanza dei punti luce: 12 m;
- altezza dei punti luce: 6.5 m
- tipo lampada: LED 157 W.

Sulla scorta degli elementi sopra indicati sono stati elaborati i relativi calcoli illuminotecnici con il programma Dialux 4.10, che si allegano in calce, i cui risultati sono sinteticamente appresso riportati.

Il calcolo è stato fatto considerando un fattore di manutenzione pari a 0,90 ossia con un decremento prestazionale del 10%.

CAP. 3 - ALIMENTAZIONE E MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

L'energia elettrica sarà resa disponibile in corrispondenza del locale di consegna mediante **CONTATORE** di proprietà **dell'ENTE DISTRIBUTORE** alla tensione di **0,4 kV Trifase**, con neutro.

La misura e la contabilizzazione del consumo di energia elettrica saranno effettuati da ENEL, che provvederà in tal senso mediante proprie apparecchiature, nel medesimo box.

La potenza installata sarà di **3 kW** trifase con neutro, l'alimentazione dell'edificio avverrà da interruttore generale posto a valle del contatore dell'energia elettrica, posta all'esterno della struttura, la linea di alimentazione sarà realizzata con cavo **MULTIPOLARE** in tubo **PVC A VISTA** fino al quadro elettrico generale Q-01

CAP. 4 - CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI DI INSTALLAZIONE

Data la destinazione d'uso gli ambienti dovranno essere classificati nel seguente modo:

AMBIENTE ESTERNO

dovrà essere considerato come ambiente **civile/terziario/industriale** e gli impianti dovranno essere realizzati secondo le norme generali con grado di protezione specifico per queste installazioni.

Il grado di protezione consigliato per la realizzazione degli impianti è indicato nella tabella sinottica, i termini utilizzati per indicare i luoghi/reparti lavorativi nella presente tabella fanno riferimento a quelli utilizzati sulla planimetria, allegata alla presente relazione.

LUOGO	TIPO DI IMPIANTO	GRADO DI PROTEZIONE
Esterno	-	IP54/65

CAP. 5 - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI/INDIRETTI

Gli impianti in oggetto dovranno garantire la massima sicurezza contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione (contatti diretti).

La protezione contro i pericoli derivanti da contatti indiretti dovrà essere realizzata mediante l'allestimento di impianti di terra, coordinati con le protezioni magneto termiche differenziali installate sui diversi circuiti elettrici.

Gli impianti di terra dovranno essere sostanzialmente costituiti da:

- a) impianti di dispersione generale;
- b) rete dei conduttori di protezione;
- c) impianti di equalizzazione del potenziale.

L'impresa esecutrice dovrà provvedere all'allestimento di tali impianti prendendo come riferimento le norme CEI vigenti in materia (*CEI 11-8, CEI 64-8, CEI 64-12*) e le indicazioni specifiche riportate sui disegni di progetto.

CAP. 6 - CALCOLI DI VERIFICA PROGETTUALI

Metodologia di verifica

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

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	$I_{cc} \text{ Max}$	=	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)
per sistemi TT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove	R_A	=	è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in ohm
	I_a	=	è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere

per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove	U_o	=	Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt
	Z_s	=	Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente
	I_a	=	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

per sistemi IT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_T \times I_d \leq 50$$

dove R_T = è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in ohm;
 I_d = è la corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa, in ampere. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto;

non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

1. quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64.8/4 come per i sistemi TT
2. quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 \cdot I_a} \quad \text{quando il neutro non è distribuito}$$

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \cdot I_a} \quad \text{quando il neutro è distribuito}$$

dove U_0 = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro
 U = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase
 Z_s = è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito
 Z'_s = è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito
 I_a = è la corrente che interrompe il circuito entro il tempo specificato dalle tabelle CEI 64.8/4 – 41B e/o 48A, od entro 5 s per tutti gli altri circuiti, quando questo tempo è permesso

Energia specifica passante

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

dove $I^2 t$ = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva $I^2 t$ della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

$K^2 S^2$ = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

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

S = sezione della conduttura

Caduta di tensione

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

dove I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A
 R_l = resistenza (alla T_R) della linea in Ω/km
 X_l = reattanza della linea in Ω/km
 K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
 L = lunghezza della linea

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	T_R	=	è la temperatura a regime espressa in °C
	T_Z	=	è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C
	T_A	=	è la temperatura ambiente espressa in °C
	n	=	è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

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 48A . (valore rilevato dalla curva I ² t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante **Rifasamento**, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg\varphi_i - tg\varphi_f)$$

dove	Q_c	=	è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.
	P	=	è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.
	$tg\varphi_i$	=	è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.
	$tg\varphi_f$	=	è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

Correnti di cortocircuito

		$I_{cc} = \frac{V * Qc}{k * Z_{cc} * ks}$
dove	per I_{cc} trifase:	$V =$ tensione concatenata $C =$ fattore di tensione $k = \sqrt{3}$ $Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$
	per I_{cc} fase-fase:	$V =$ tensione concatenata $C =$ fattore di tensione $k = 2$ $Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$
	per I_{cc} fase-neutro:	$V =$ tensione concatenata $C =$ fattore di tensione $k = \sqrt{3}$ $Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$
	per I_{cc} fase-protezione:	$V =$ tensione concatenata $C =$ fattore di tensione $k = \sqrt{3}$ $Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 1

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^{\circ}C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{C} (\theta_e - 20^{\circ}C) \right] R_{20^{\circ}C}$ (Norma CEI 11.28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^{\circ}C}$ è la resistenza del cavo a 20 °C e θ_e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

Il valore della $R_{20^{\circ}C}$ viene riportato nella tabella "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.

Lettura tabelle riepilogative di verifica

Dati relativi alla linea

- sigla** = identificativo alfanumerico introdotto nello schema
- sezione** = formazione e sezione della conduttura
es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase
es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro (N), protezione (PE) in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).
(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)
- lunghezza** = lunghezza della conduttura

Secondo Tabelle UNEL 35024/70

- modalità di posa** = stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1)
Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)
Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991

- modalità di posa** = stringa codificata di quattro elementi es.115/A2__2/30/1
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)
Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

Secondo Tabelle UNEL 35024/1

- modalità di posa** = stringa codificata di quattro elementi es.115/1U__2/30/1
Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)
Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

Dati relativi alla protezione (letti da archivio apparecchiature)

tipo e curva	=	Stringa di testo del tipo di apparecchiatura
numero dei poli	=	Poli dell'apparecchiatura
corrente nominale (In)	=	Corrente di taratura della protezione
potere di interruzione (P.d.I.)	=	Potere di interruzione della apparecchiatura
corrente differenziale (Id)	=	Corrente differenziale della protezione
corrente di intervento	=	Corrente di intervento della protezione

Parametri elettrici

$I^2t \leq K^2S^2$ (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)

Icc max a fondo linea	=	Corrente di corto circuito massima a fine linea
Igt fase/protezione a fondo linea	=	Corrente di corto circuito minima a fondo linea
I²t inizio linea	=	Energia specifica passante massima ad inizio linea
I²t fondo linea	=	Energia specifica passante massima a fondo linea
K²S²	=	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
Ib	=	Corrente nominale del carico
In	=	Corrente di taratura della protezione
Iz	=	Portata della conduttura
If	=	Corrente di funzionamento della protezione
Caduta di Tensione con Ib	=	Caduta di tensione con la corrente del carico
Caduta di Tensione con In	=	Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lunghezza max protetta per g.t.	=	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64.8/4 - 41A
Lunghezza max	=	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64.8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1

Tabella 2 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma CEI UNEL 35024/1

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi della norma UNEL 35024/1. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

Tipo posa: riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.

Descrizione : descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.

Metodo di installazione: è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	
63	con guaina interrati con protezione meccanica	
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

Tabella 3 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma CEI UNEL 35024/1

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	
62	interrati senza protezione meccanica	
63	interrati con protezione meccanica	
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

Tabella 4 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																						
Metodo di installazione	Isolante	h° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855
	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362

Tabella 5 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																						
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-

Tabella 6 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} \cdot K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tabella 7 - Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K1) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{20} \cdot K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata
 I_{20} = è la portata del cavo alla temperatura di 20°C
 K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Tabella 8 - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra , di protezione di collegamenti equipotenziali . I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone Nero Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase .

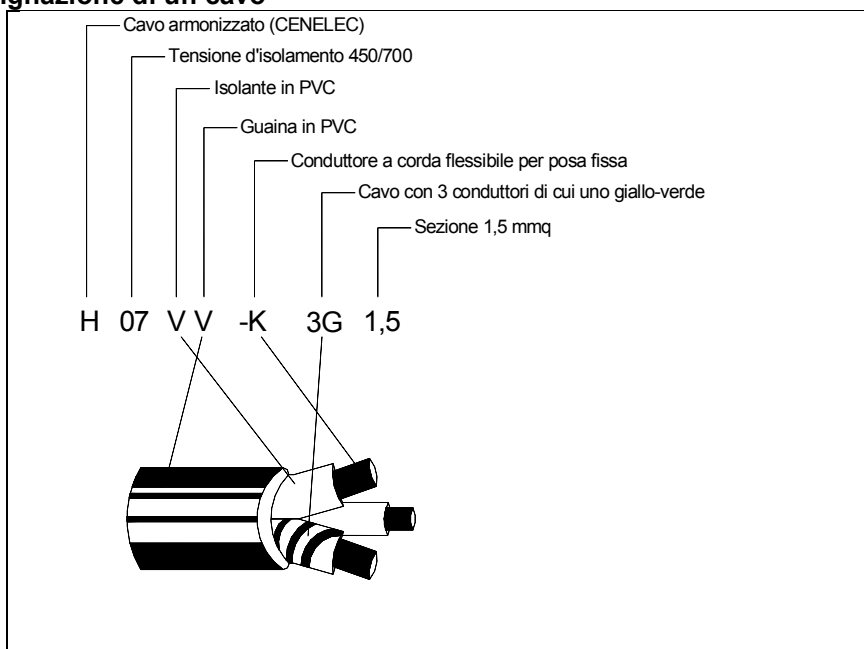
Tabella 9 - Sezioni minime dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 514)

0,5 mm ²	Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando. Se questi circuiti sono elettronici è ammessa anche la sezione di 0,1 mm² .
0,75 mm ²	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza guaina).
1,5 mm ²	Circuiti di potenza.

Tabella 10 - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i>	A
	Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i>	
	Tipo nazionale..... <i>N</i>	
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i>	
	300/500 V..... <i>05</i>	
	450/750 V..... <i>07</i>	
	0,6/1 kV..... <i>1</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i>	
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Gomma siliconica..... <i>S</i>	
	Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i>	
	Gomma Butilica..... <i>B3</i>	
	Polietilene..... <i>E</i>	
Polietilene reticolato..... <i>X</i>		
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i>	B
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Policloroprene..... <i>N</i>	
	Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i>	
	Treccia Tessile..... <i>T</i>	
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i>	
	Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i>	
	Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttor e	A filo unico rigido..... <i>U</i>	
	A corda rigida..... <i>R</i>	
	A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i>	
	A corda flessibile per posa mobile... <i>F</i>	
	A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime..... ..		C
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i>		
Con conduttore di protezione..... <i>G</i>		
Sezione del conduttore..... ..		

Esempio di Designazione di un cavo



Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983

Tabella 11 - Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XP/EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XP/EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XP/EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XP/EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XP/EPR	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XP/EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XP/EPR	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
		2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
G	XP/EPR	3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
		3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
G	XP/EPR	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note: (1) - Disposti a trefolo

(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Tabella 12 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Tabella 13 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

<u>MULTIPOLARI</u>		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella 14 - Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07		
tipo conduttore	multipolari	unipolari	unipolari non distanziati		multipolari distanziati	unipolari distanziati			
		con o senza guaina	senza guaina	con guaina		senza guaina	con guaina		
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori		
portata ↓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G								
	↓ numero di conduttori								
01	4								
02		3	4			4			
03	4		2	3	4		3		
04		3	4		2	3	4	2	
05			2	3	4	2	3	2-3-4	
06					2	3		2	2-3-4
07							2		2-3-4
08									2-3-4
	Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR								
	01	02	03	04	05	06	07	08	
SEZIONE ↓	PORTATE ↓								
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29
c	2,5	19	21	24	26	30	33	37	40
d	4	25	28	32	35	40	45	50	55
e	6	32	36	41	46	52	58	64	70
f	10	44	50	57	63	71	80	88	97
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707

Tabella 15 - Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm ²	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R _{20 °C}	X	R _{20 °C}	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

Tabella 16 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

CAP. 7 - CAPITOLATO GUIDA PER L'INSTALLAZIONE

Le schede tecniche riportano le caratteristiche funzionali e prestazionali di alcune apparecchiature nonché le caratteristiche costruttive e di montaggio dei principali materiali. La ditta assuntrice dei lavori dovrà provvedere a selezionare i materiali secondo criteri di propria convenienza. Tali materiali dovranno comunque essere di nuova fornitura, e di primarie Case Costruttrici e dovranno rispondere ai seguenti vincoli:

1. Le apparecchiature dovranno rispettare in tutto e per tutto le specifiche tecniche indicate sul presente Capitolato Tecnico e sui disegni di progetto.
2. Le apparecchiature dovranno possedere la stessa "qualità commerciale" delle apparecchiature indicate quale "modello merceologico di riferimento".
3. Le apparecchiature dovranno essere di gradimento e approvate dalla D.L.
4. Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere contrassegnati con il marchio IMQ o con marchi equivalenti se di provenienza estera.

I materiali e le apparecchiature eventualmente privi di tali contrassegni dovranno essere corredati di certificato di conformità alle norme CEI redatto dal relativo Costruttore (*Legge n° 791/77*).

Nel presente capitolo sono descritte le tipologie dei materiali da utilizzare ed il corretto sistema di installazione secondo la Norma CEI e la regola dell'arte, nella tabella seguente sono riportate in forma di elenco tutte le principali apparecchiature:

Sistema	OK	Rif. Scheda	Descrizione
Quadri	✓	A1	Centralino di tipo Plastico da parete
		A2	Centralino di tipo Plastico da incasso
		A3	Quadro di tipo Metallico da parete
		A4	Quadro di tipo Metallico da Incasso
		A5	Armadio Metallico da pavimento
Condutture		B1	Conduttura a parete
		B2	Conduttura in tubo PVC corrugato da incasso
		B3	Conduttura in tubo PVC liscio a vista
		B4	Conduttura in Tubo metallico a vista
		B5	Conduttura in canale plastico (Battiscopa, cornici etc.)
		B6	Conduttura in canale metallico
Prese	✓	B7	Conduttura interrata
		C1	Prese di tipo serie civile
		C2	Prese di Tipo Industriale
Cavi	✓	D1	Caveria
-		-	-

Nel presente Capitolato Tecnico sono presenti solo le schede dei materiali dei componenti da installare per la realizzazione dell'impianto, evidenziate con il colore grigio nella tabella precedente.

Scheda A1 Centralino di tipo Plastico da parete

Il centralino sarà realizzato in materiale plastico con staffaggio a muro, l'altezza d'installazione sarà compresa tra i 130 - 160 cm. Il quadro sarà composto da **24** moduli su più file, struttura con portello in vetro fumè apribile a scatto in policarbonato, con possibilità di chiusura mediante chiave od attrezzo. L'ingresso e l'uscita dei cavi avverranno da tubi in PVC grattati a parete di sezione adeguata mediante apposite graffe. Il cablaggio del quadro avverrà con cavi di adeguata sezione del tipo HO7VK, non sono previste morsettiere interne per intestazione cavi, il nodo di terra sarà eseguito con morsetti a mantello direttamente all'interno del quadro

DATI TECNICI

Esecuzione in materiale termoplastico e policarbonato.

- Policarbonato autoestinguente secondo norme *UL94 V-2* resistente al calore anormale e al fuoco fino a 960 °C secondo norme *IEC 695-2-1*.
- Termoplastico colore grigio Ral 7035-7024 autoestinguente, resistente al calore anormale e al fuoco fino a 650°C secondo norme *IEC 695-2-1*.
- Termoplastico colore bianco Ral 9001 autoestinguente secondo norme *UC94 V-0* resistente al calore anormale e al fuoco fino a 960 °C secondo norme *IEC 695-2-1*.

Stabilità dimensionale:

- Termoplastico -25 / +85 °C
- Policarbonato -25 / +115 °C
- Resistenza agli urti:
- Termoplastico 6 Joule
- Policarbonato 20 Joule
- Resistenza agli agenti chimici e ai raggi UV.
- Carcassa esterna predisposta per l'ingresso di canali e tubi, con imbocchi pretranciati sfondabili.
- Telaio porta profili DIN estraibile, per un più agevole cablaggio a banco.
- I centralini devono essere approvati IMQ secondo norme *CEI C431, IEC 670*.

Scheda B7 Conduittura interrata

La conduittura interrata sarà realizzata secondo le norme CEI 11-17 e sarà di due tipi:

- Cavidotto pesante - CP - resistenza 250 N, consigliati nella protezione di cavi per installazioni di tipo interrato.

I cavidotti, per attestare la loro rispondenza alle norme CEI 23-29, devono portare il marchio IMQ.

- Tubi flessibili FMP

E' possibile usare in funzione dei cavidotti, anche i tubi flessibili pesanti FMP (CEI 23-14) previsti sino a diametro 63, in tutti i casi di posa in cui si presentino difficoltà per l'asperità del terreno, passaggi tortuosi, curve anomale, derivazioni della linea principale del pozzetto, collegamento pozzetto/palo, ecc. I tubi flessibili della serie pesante FMP hanno le medesime caratteristiche di isolamento, resistenza allo schiacciamento, resistenza alla fiamma, dei cavidotti della serie media CM. L'impiego dei tubi flessibili della serie pesante FMP è consigliato per tutti i casi relativi ai condotti CM, mentre per l'impiego interrato è opportuno proteggere ulteriormente il tubo flessibile con copertura in calcestruzzo o apposito tegolino.

POZZETTI

I pozzetti saranno in materiale termoplastico ad alta resistenza, in diverse dimensioni e saranno il più razionale e naturale completamento delle reti interrate. Sono impiegati come rompi tratta da collocare in corrispondenza dei centri luminosi, dei punti di derivazione e dei cambiamenti di direzione; consentono tra l'altro in conformità alla normativa CEI 11-17, di collocarvi agevolmente i componenti di giunzione o di derivazione dei cavi elettrici garantendo una adeguata protezione meccanica e chimica. Il chiusino è carreggiabile (oltre 12 Kg per cm²), il pozzetto può essere quindi collocato anche nella sede stradale; il diametro nominale interno del tubo deve essere maggiore di 1,4 volte il diametro del cavo o del fascio di cavi. Il raggio di curvatura deve essere tale da soddisfare le prescrizione di curvatura dei cavi; vengono comunque fornite curve con raggio di curvatura prescritte dalle norme; è consigliabile che i percorsi interrati dei cavi siano segnalati in modo tale da rendere

evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi. Risponde a tale scopo la fascia gialla di contrasto elicoidale apposta sui tubi con il simbolo di "pericolo elettrico" (DPR 08.06.1982 n. 524). Per la maggiore sicurezza è possibile collocare dei nastri monitori sul terreno a non meno di 0,2 m al di sopra dei cavi. La posa dei cavidotti interrati, congiuntamente all'impiego di pozzetti in resine, con chiusini carreggiabili d'ispezione in corrispondenza dei centri luminosi, dei nodi di derivazione o giunzione e dei cambi di direzione, consente di realizzare una rete sotterranea razionale che è usufruibile anche per altri usi quali: reti per messa a terra di impianti, distribuzioni telefoniche, comandi semaforici, reti telematiche, stazioni di rilevamento. Il sistema di distribuzione prevede attualmente due tipi di pozzetti in resine termoplastiche ad alta resistenza:

- palo / luce ;
- derivazione;

entrambi facilmente collegabili con la rete di cavidotti per mezzo di imbocchi predisposti o fori predeterminati. I pozzetti "palo/luce" e "derivazione" sono stati realizzati in materiale termoplastico ad elevata resistenza che ne consente l'impiego anche in condizioni difficili; le dimensioni interne sono state calcolate in modo tale che risulti agevole operare all'interno del pozzetto stesso e che le apparecchiature vengano collocate in modo razionale.

Il coperchio realizzato a trave rovescia è in grado di sopportare carichi superiori a Kg 12 x cm². La conformazione della cornice di appoggio del coperchio consente al carico di distribuirsi uniformemente senza deformare la struttura del pozzetto stesso; sul coperchio sono derivati appositi spazi nei quali devono essere inseriti i simboli elettrici, norme dell'impresa installatrice o di utenza ed altro. Due apposite fessure, situate sul coperchio, ne permettono agevolmente l'estrazione con l'uso di un cacciavite. Per una corretta messa in opera si dovrà provvedere ad un primo parziale rinfianco del pozzetto per uno spessore di 15 cm con calcestruzzo dosato a due quintali di cemento res. 325, per sottofondazioni non armate a partire dalla profondità di 25 cm al di sotto del fondo del pozzetto, si procede quindi al rinfianco definitivo dopo l'inserimento dei tubi o cavidotti. Nell'interno del pozzetto viene comodamente alloggiata la morsettiere di derivazione isolata o il giunto a muffola in resina termoplastica e termoindurente. Il pozzetto di derivazione si presenta completamente chiuso sui quattro lati e sul fondo. Sarà l'installatore ad utilizzare quei fori predeterminati nella posizione e nei diametri che riterrà opportuno aprire per un impianto razionale; il pozzetto di derivazione è munito sui quattro lati di fori predeterminati con anello di guida e fissaggio tubi o cavidotti nei diametri da 50-63-80-110 mm, mentre sul fondo è posto un foro predeterminato del diametro da 80 mm.

Scheda D1 Caveria

I cavi dovranno essere del tipo con guaina protettiva salvo quelli posati entro tubi o canali, che possono anche essere del tipo senza guaina protettiva. La scelta del tipo di cavo da usare in relazione alle condizioni di impiego va effettuata tenendo conto delle raccomandazioni contenute nelle norme del CT 20 del CEI. In linea di massima, i cavi di più comune impiego negli impianti saranno:

- per posa entro tubi protettivi o canali è adatto il cavo con isolamento in PVC senza guaina tipo HO7V-K con conduttore a corda flessibile. (Norme CEI 20-20 parte 1 appendice 1 punto 3)
- per installazione in vista possono essere adottati cavi con isolamento in gomma e4 guaina pesante di policloroprene tipo H07RN - F All'interno dei locali domestici e similari può anche essere adottato il cavo con guaina media di gomma tipo HO5RR - F. (Norme CEI 20-19 parte 1 appendice 1 punto 3).
- cavo tipo FG7
- cavo tipo FROR

La sezione dei conduttori deve essere scelta in modo da evitare che i cavi possono assumere temperature superiori a quelle previste. Per ogni tipo di cavo, la sezione minima da usare è quella specificata dalle rispettive norme; la sezione minima dei cavi unipolari isolati in PVC, per posa in tubi e canalette, è di 1,5 mm² per circuiti di comando, segnalamento o simili. (Norme CEI 64-8 art. 3.1.07). I conduttori di neutro devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase, peraltro nei circuiti trifase con conduttori di fase aventi sezione superiore a 16 mm² (se in rame) è ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16 mm² (se in rame) purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti (Norme CEI 64-8 art. 3.1.07)

Il dimensionamento deve tenere conto della corrente assorbita da tutti gli apparecchi utilizzatori, alimentati tramite la conduttura, suscettibili di funzionare contemporaneamente: Per la scelta delle sezioni occorre pertanto far riferimento al massimo carico presunto e quindi alle protezioni contro le sovracorrenti presenti sulla

conduttura stessa. L'identificazione dei conduttori si deve effettuare secondo le prescrizioni contenute nelle tabelle CEI-UNEL e nelle norme CEI 64-8. In particolare:

- il bicolore giallo-verde è riservato ai conduttori di terra ed ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- il colore blu chiaro è destinato di norma al neutro;
- per cavi unipolari non sono ammessi bicolori ad eccezione del giallo-verde per i conduttori di terra e similari;
- per i conduttori unipolari in genere sono ammessi i seguenti 10 monocolori: blu chiaro (destinato al neutro quando esiste), marrone, nero, grigio, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto, bianco; (*Norme CEI 64-8 art. 3.1.08 e tabella UNEL 00722-87*).

Le giunzioni dei conduttori devono comunque essere effettuate mediante morsettiere contenute entro cassette; la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto non devono venire alterate da tali giunzioni: Si può derogare dall'eseguire giunzioni entro cassette quando le giunzioni stesse siano realizzate con morsetti muniti di rivestimento isolante. Giunzioni o morsetti non sono ammessi nei tubi e nei condotti. Per i circuiti a bassissima tensione di sicurezza è consigliabile utilizzare cavi o canalizzazioni distinti da quelli di altri circuiti. Se questo non è attuabile, i conduttori di diversi circuiti possono essere contenuti in uno stesso cavo multipolare o raggruppati in una stessa canalizzazione, ma i conduttori dei circuiti a bassissima tensione di sicurezza devono essere isolati, nell'insieme o individualmente, per la massima tensione presente. Se si impiegano per il circuito a bassissima tensione di sicurezza conduttori con isolamento adatto soltanto a tale tensione, si può ricorrere ad una delle seguenti soluzioni:

- i conduttori del circuito a bassissima tensione di sicurezza devono essere muniti, oltre che del loro isolamento principale, di guaina non metallica;
 - i conduttori degli altri circuiti devono essere separati da schermo o da una guaina metallica messi a terra.
- (*Norme CEI 64-8 art. 5.02.05*).

Nota: nei due casi suddetti è sufficiente che l'isolamento principale di ciascun conduttore corrisponda alla tensione del circuito di cui fa parte.

Dimensionamento dei conduttori

L'impresa dovrà, prima dell'esecuzione delle opere, verificare, in funzione degli effettivi carichi installati, il dimensionamento di tutti i conduttori tenendo conto che:

- la caduta di tensione a fondo linea, con tutti i carichi ad essa inseriti, non deve superare il 4%;
- la portata delle linee, definita secondo i criteri stabiliti dalle norme CEI 20/21, deve essere superiore al 120% del carico richiesto dalle utenze alimentate;
- la corrente di corto circuito a fondo linea deve risultare di valore sufficientemente elevato a far intervenire il dispositivo automatico di protezione;
- la temperatura ambiente che deve essere presa come riferimento per la verifica dei conduttori è di 30°C.

I conduttori costituenti i cavi multipolari di segnale devono essere identificati mediante numerazione distintiva saldamente fissata sull'isolante. Le derivazioni e le giunzioni dovranno essere effettuate all'interno di scatole o cassette di derivazione mediante morsettiere fisse o morsetti volanti muniti di rivestimento isolante.

Incompatibilità di posa dei conduttori di sistemi diversi.

I conduttori relativi ai diversi sistemi dovranno sempre essere posati in tubazioni o canalizzazioni separate. In particolare dovranno essere previsti i seguenti ordini di canalizzazioni:

- per linee elettriche a bassa tensione (380/220V).
- per le linee telefoniche;
- per segnali di impianti antifurto-antiefrazione;
- Per segnali di diversa natura purché l'isolamento sia dimensionato al pari degli altri)

CAP. 8 – Impianti d'illuminazione

Gli impianti d'illuminazione generale dovranno essere realizzati mediante corpi illuminanti aventi caratteristiche tipologiche diverse in funzione della destinazione d'uso in cui devono essere installate, e del risultato estetico e funzionale che si ritiene debba essere ottenuto.

Il dettaglio per la tipologia d'illuminazione da installare è ricavabile dagli elaborati grafici.



Corpo e coperchio: stampati in alluminio pressofuso e disegnati con una sezione aerodinamica a bassa superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Ottiche: in alluminio rivestito con argento ad altissima purezza 99.99%, con procedimento sotto vuoto (PVD).

Attacco palo: In alluminio pressofuso idoneo per pali di diametro da min. 46mm a max. 76mm orientabile da 0° a 20° per applicazione a frusta; e da 0° a 20° per applicazione a testa palo.

Passo di inclinazione 5°.

Diffusore: vetro extra-chiaro sp. 4mm temprato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN12150-1: 2001).

Verniciatura: a polvere con resina a base poliestere, resistente alla corrosione e alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.

Dotazione: sezionatore in doppio isolamento che interrompe l'alimentazione elettrica all'apertura della copertura. Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore.

Opera in due modalità: - modo differenziale: surge tra i conduttori di alimentazione, ovvero tra il conduttore di fase verso quello di neutro. - modo comune: surge tra i conduttori di alimentazione, L/N, verso la terra o il corpo dell'apparecchio se quest'ultimo è in classe II e se installato su palo metallico.

A richiesta: apparecchio in classe II, protezione fino a 10KV.

LED: Fattore di potenza: $\geq 0,92$

Mantenimento del flusso luminoso al 70%: 80.000h (L70B20).

LED 157W - 21680lm - CRI 70 - 700mA - 4000K -30°+40°

CAP. 9 - SCHEMI ELETTRICI

Gli elaborati oggetto della progettazione riguardano nella fattispecie gli schemi unifilari di potenza, gli schemi topografici e se esistenti gli schemi logico funzionali dei quadri elettrici.

Si riporta in calce una tabella sinottica riepilogativa, per maggiori chiarimenti sulla terminologia usata negli schemi elettrici si riporta al capitolo ottavo del presente Capitolato Tecnico.

La simbologia utilizzata negli schemi è conforme alla normativa tecnica prescritta dal C.E.I., per quanto riguarda sigle commerciali degli interruttori, se esse fossero difformi dalla merceologia esistente si dovrà fare fede ai dati tecnici degli interruttori stessi (Amperaggio, numero dei poli, valori di corrente differenziale, potere di interruzione, funzione).

N.	DESCRIZIONE	QUADRO
1.	Quadro su contatore ENEL	Q-01
-	-	-

CAP. 10 - ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI

E' preciso onere del progettista procedere alla redazione di tutti i disegni costruttivi riportanti le modalità di installazione e di montaggio dei singoli impianti.

Sarà inoltre facoltà dello stesso richiedere a suo insindacabile giudizio tutti i disegni che riterrà necessari per il buon andamento del lavoro e per la rappresentazione grafica delle opere realizzate.

I disegni, redatti in scala e formato adeguati e illustranti i vari impianti in planimetria, sezioni, dettagli e particolari di montaggio, dovranno agevolmente ed inequivocabilmente consentire di stabilire i criteri con i quali la ditta installatrice intende procedere alla posa ed al montaggio delle apparecchiature.

N.	DESCRIZIONE
1.	Planimetria di Forza Motrice ed Illuminazione
-	-

CAP. 11 - COLLAUDI E CERTIFICAZIONI

12.1 COLLAUDI A VISTA

Verificare e quindi garantire la rispondenza degli impianti rispetto a quanto previsto al progetto e concordato in corso d'opera con la direzione lavori, sia in termini qualitativi che in quelli quantitativi;
Verificare la corretta rispondenza delle fasi, delle colorazioni dei conduttori e degli altri segni distintivi atti ad individuare la funzione dei conduttori ed i relativi circuiti di appartenenza;
Verificare le connessioni dei cavi;
Controllare preliminarmente i collegamenti di terra;
Controllare la funzionalità degli impianti.

12.2 COLLAUDI STRUMENTALI

- prove di continuità dei circuiti di protezione;
- prove di tensione applicata e di funzionamento;
- prove di intervento dei dispositivi di sicurezza;
- prove di intervento degli interruttori differenziali;
- misure della resistenza di isolamento dell'impianto;
- misura della resistenza del dispersore;
- misure dell'impedenza totale dell'anello di guasto;
- misure della resistenza di corto circuito;
- misure della caduta di tensione;
- misure dell'illuminamento medio sia in condizioni normali di funzionamento sia in condizioni di mancanza di tensione.

12.3 CERTIFICAZIONI DEGLI IMPIANTI

Al termine delle prove tecniche la ditta costruttrice degli impianti elettrici dovrà redigere una dichiarazione di conformità comprovante che gli impianti sono stati eseguiti a regola d'arte, secondo quanto previsto dalla D.M. n. 37 del 22/01/2008. Tale certificazione dovrà essere integrata da una relazione, inerente il lavoro eseguito con particolare riferimento alle normative vigenti ed alle norme CEI. Alla dichiarazione sopraindicata dovranno essere allegate, le certificazioni dei materiali ed apparecchiature (dove previste), i moduli ed elaborati grafici per le denunce alle Autorità di controllo. La documentazione sopra indicata dovrà essere prodotta in sufficiente numero di copie dalla ditta installatrice e tali copie dovranno essere inoltrate alla:

- Committenza
- **Progettista dell'impianto elettrico**(Uso protocollo interno)
- Sportello unico dove è sita la struttura

CAP. 12 - VERIFICA TERMICA QUADRO ELETTRICO

La verifica termica dei quadri (**Q-01**) risulta necessaria affinché non si verifichino sovratemperature anomale all'interno del quadro, essa è data dalla sommatoria delle potenze dissipate dai singoli componenti racchiusi all'interno del quadro.

In base alla Normativa *CEI 17-13 1/2/3* e quindi *17-43* e *23-51*, rispettivamente per quadri e centralini elettrici viene identificata la struttura del quadro elettrico e le sue dimensioni e la potenza dissipabile da esso, questo quadro od armadio classificato *ANS* viene quindi testato in fase progettuale ai fini della sovratemperatura interna, identificata alla base, alla metà ed alla sommità dello stesso.

La tabella nella pagina successiva indicati i dati principali di questa struttura e soprattutto se risulta adeguata, è quindi obbligatorio affermare che le misure indicate sono le dimensioni minime da rispettare al di sotto delle quali il quadro non risulta correttamente dimensionato.

La nomenclatura del quadro rispetta la stessa utilizzata nella planimetria topografica progettuale.

La situazione normativa

I requisiti di illuminazione delle strade (illuminazione pubblica) fino all'ottobre 2007 erano definiti dalla norma UNI 10439 "Illuminotecnica – Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato".

Tale norma si applicava solo alle strade con traffico motorizzato e, inoltre, prevedeva un unico tipo di illuminazione, senza consentire una riduzione del livello luminoso (ad esempio per risparmiare energia) nelle strade a bassa intensità di traffico, nelle strade con buona visibilità, ecc.

La situazione cambiava con la pubblicazione della norma UNI 11248-2007 "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche", la quale permetteva di utilizzare la precedente norma EN 13201-2 "Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali".

Nell'ottobre 2012 la norma UNI 11248 veniva aggiornata con modifiche significative riguardanti in particolare:

- la variazione del prospetto 1 "Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica", che da classificazione di riferimento diventa classificazione di ingresso per l'analisi dei rischi;
- l'eliminazione del prospetto 2 "Parametri di influenza (se rilevanti) considerati per le categorie illuminotecniche di riferimento di cui al prospetto 1";
- la variazione del prospetto 3, ora prospetto 2 "Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza";
- la variazione dell'appendice A.

Di particolare rilevanza è la variazione del prospetto 1 che ha portato all'aumento di una categoria illuminotecnica per tutti i tipi di strada.

Ricapitolando la norma UNI 11248-2012 indica come individuare, previa apposita valutazione, la categoria illuminotecnica dei vari tratti di strada, mentre la norma UNI EN 13201-2 stabilisce le prestazioni illuminotecniche di ciascuna categoria.

Pertanto l'insieme di queste due norme permette di progettare l'illuminazione stradale in modo più coerente con le diverse finalità illuminotecniche, anche se questo comporta una maggiore complessità.

Completano il quadro normativo sull'illuminazione stradale le norme:

EN 13201-3 "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni";

EN 13201-4 "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misura delle prestazioni fotometriche".

La norma UNI EN 11248-2012 – Individuazione della categoria illuminotecnica. La procedura utilizzata dalla norma UNI 11248-2012 per definire la categoria illuminotecnica di progetto si basa sulla "valutazione del rischio": ciascun tratto di strada presenta caratteristiche specifiche in base alle quali stabilire l'illuminamento.

Le caratteristiche specifiche di un tratto di strada, che sono significative sul piano illuminotecnico e che, quindi, influiscono sui requisiti illuminotecnici sono indicate dalla norma UNI 11248-2012 con il termine "Parametri di influenza".

Sono ad esempio parametri di influenza il flusso di traffico, l'eventuale presenza di zone di conflitto, assenza di svincoli e/o intersezioni a raso, di attraversamenti pedonali, ecc., vedi tabella B.

La nuova norma ha quindi definito, per ogni tipo di strada (autostrade, strade extraurbane, urbane, ecc.), una categoria illuminotecnica di ingresso, vedi tabella A, corrispondente alla massima categoria ammissibile per il tipo di strada, diventando la categoria di partenza per

la valutazione dei rischi e sulla quale considerare la riduzione, eventualmente applicabile, in funzione dei parametri di influenza.

Il decremento totale della categoria, funzione dei parametri di influenza individuati, non può essere maggiore di 2.

Oltre ai suddetti parametri di influenza la norma permette di apportare la riduzione massima di una categoria nel caso si utilizzino apparecchi che emettono luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60.

I parametri illuminotecnici delle categorie stradali di ingresso (ME) sono riportati nella tabella C, di cui alla norma UNI EN 13201-2, che individua i requisiti fotometrici per le diverse categorie illuminotecniche.

Alla suddetta tabella si fa riferimento per rispettare i requisiti minimi richiesti sia confermando in fase di progetto la categoria di ingresso, sia adottando la categoria eventualmente declassata con riduzione dell'indice numerico (ad esempio se la categoria di ingresso è la ME3b una decurtazione pari a "1" determina la scelta della categoria ME4a).

Tabella A – Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi
A ₁	Autostrade extraurbane 130 ÷ 150	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 ÷ 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane		
B	Strade extraurbane principali	70 ÷ 90	ME3b
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali		
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 ÷ 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 ÷ 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 ed F2)	70 ÷ 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi altri utenti)	5	
Strade locali interzonali	50		
	30		
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali Non dichiarato	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare	30	

Tabella B – Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza

Parametro di influenza	Riduzione max della categoria Illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali Assenza di pericolo di aggressione Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso Assenza di attraversamenti pedonali	1

Tabella C – Categorie illuminotecniche serie ME

Categoria	Luminanza del manto stradale della categoria in condizioni di asciutto			Abbagliament o debilitante	Illuminazione di contiguità
	L in cd/m ² minima mantenuta	U ₀ (minima)	UI (minima)	TI in % (massimo)	SR (minima)
ME1	2.0	0.4	0.7	10	0.5
ME2	1.5				
ME3a	1.0				
ME3b	1.0				
ME3C	1.0				
ME4a	0.75				
ME4b	0.75				
ME5a	0.5			0.35	
ME6a	0.3	0.35			Nessun requisito

L: valore medio della luminanza del manto stradale;
U₀: rapporto tra luminanza minima e luminanza media;
UI: valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia della carreggiata;
TI: misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale;
SR: rapporto tra l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi.

Scelta della categoria illuminotecnica.

Le strade interessate dall'intervento sono strade interne all'abitato ed in mancanza di un piano traffico si possono classificare di tipo E "Strade urbane di quartiere", la cui categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi così come previsto dalla norma UNI 11248-2012 è la ME3b.

Dall'analisi dei rischi quale valutazione del parametro di influenza per la determinazione della categoria illuminotecnica, tenuto conto che l'intervento riguarda la sostituzione di apparecchi su impianti esistenti (con interdistanze variabili), pur ricorrendo alla possibilità della riduzione di una categoria per l'utilizzo di sorgenti luminose con indice di resa cromatica superiore a 60, si ritiene prudenzialmente di adottare la stessa categoria di ingresso.

La riduzione della categoria illuminotecnica è riservata alle ore notturne ove il traffico è minore del 25% rispetto alla portata di servizio. La classificazione della strada e la scelta definitiva della categoria porta al rispetto dei seguenti parametri fotometrici così come definito dalla norma UNI EN 13201-2:

- categoria ME3b

- **Lm** (luminanza media) = 1,0 cd/m²
- **Uo** (uniformità trasversale) = 0,4
- **Ul** (uniformità longitudinale) = 0,6
- **TI %** (indice di abbagliamento) = 15

Verifica progettuale

Le strade oggetto dell'intervento presentano una larghezza costante della sede viaria di circa

6,5 m, con pavimentazione in asfalto bituminoso scuro.

La geometria degli impianti risulta essere la seguente:

- disposizione dei punti luce: unilaterale;
- arretramento dei punti luce rispetto alla carreggiata: 0,5 m;
- interdistanza dei punti luce: 12 m;
- altezza dei punti luce: 6.5 m
- tipo lampada: LED 140 W.

Sulla scorta degli elementi sopra indicati sono stati elaborati i relativi calcoli illuminotecnici con il programma Dialux 4.10, che si allegano in calce, i cui risultati sono sinteticamente appresso riportati.

Il calcolo è stato fatto considerando un fattore di manutenzione pari a 0,90 ossia con un decremento prestazionale del 10%.