

REGIONE  
SICILIA



COMUNE DI CORLEONE

Provincia di Palermo



LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA E MESSA A NORMA  
DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI DEL PALASPORT  
E SISTEMAZIONE AREA DI PERTINENZA

## PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

elaborato

**A.19**

SCALA

/

Visti

Comune di Corleone

Provincia di Palermo  
Ufficio Tecnico Comunale

Visto il Progetto Esecutivo e visti i pareri espressi  
**SI ESPRIME**

**PARERE TECNICO FAVOREVOLE**  
ai sensi dell'art. 5, comma 3 della L.R. 12/07/2011

Corleone li, \_\_\_\_\_

Il RUP  
(Arch. Enrico Gulotta)

Comune di Corleone

Provincia di Palermo  
Ufficio Tecnico Comunale

Verifica del progetto esecutivo ai sensi dell'art. 26,  
del D. Lgs n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i. e  
**VALIDAZIONE POSITIVA**  
ai sensi dell'art. 26, comma 8 del D. Lgs  
18/04/2016 n. 50 e s.m.i.

Corleone li, \_\_\_\_\_

Il RUP  
(Arch. Enrico Gulotta)

### PROGETTAZIONE

Ing. Massimo Grizzaffi  
Geom. Paolo Russo

Collaboratore:  
Geom. Giacomo Dragna

### R.U.P.

Arch. Enrico Gulotta

Il Sindaco  
(Dr. Nicolò Nicolosi)

L'Assessore LL.PP.  
(Salvatore Schillaci)

## **1 GENERALITÀ.**

Gli impianti tecnologici di cui al presente progetto sono quelli a servizio della palestra comunale sita in c.da Punzonotto, nel comune di Corleone (PA).

Nel seguito sono riportati i criteri seguiti nella progettazione dell'impianto elettrico. Si fa presente che tutte le scelte progettuali adottate sono state mirate a:

- migliorare il rendimento illuminotecnico degli impianti;
- ottimizzare le operazioni di utilizzazione, manutenzione degli impianti e ricerca dei guasti;
- realizzare un impianto definito per settori e che permetta la gestione ed il risparmio dell'energia;
- garantire la sicurezza delle persone e delle cose.

## **2 NORME DI RIFERIMENTO PER LA PROGETTAZIONE.**

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza, risparmio energetico, igiene sul lavoro.

In particolare le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti, dei componenti e la regola dell'arte. Si dovrà fare riferimento inoltre agli adempimenti previsti in termini di dichiarazioni di conformità e certificazioni di qualità dei componenti e degli impianti oggetto dell'appalto.

Di seguito, fermo restando che la ditta appaltante dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge esistenti, le norme UNI, le norme CEI anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento:

DECRETO 22 gennaio 2008 n. 37

"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"

Decreto Legislativo 81 del 09 aprile 2008

"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

D.P.R. 07.01.1956 n.164

"Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".

CIRCOLARE 20.03.1957 n.10780 DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI

"Norme per l'apertura del cantiere e l'osservanza dei contratti di lavoro".

D.M. 22.02.1965

"Dispositivi ed installazioni di protezione contro le scariche atmosferiche e per gli impianti di messa a terra".

D.P.R. 30.06.1965 n.1124

“Disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro”.

CIRCOLARE 06.08.1965 n.70 DEL MINISTERO DEL LAVORO  
“Prescrizione del copricapo per i lavoratori”.

D.M. 27.09.1965  
“Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”.

LEGGE 01.03.1968 n.186  
“Disposizioni concernenti installazioni ed impianti elettrici”.

D.P.R. 29.07.1982, n.577  
“Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi antincendio”.

D.P.R. 22/10/2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”.

D.P.R. 01/08/2011, n.151 – “Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi – Chiarimenti applicativi”.

legge 791/77 (attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione)

DM 16/02/82 "Elenco delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco“

D.P.R. 01/08/2011 n. 151 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.”.

DECRETO 07/08/2012 “Disposizioni relative alle modalita' di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151”.

LEGGE 7.12.1984 n.818  
“Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”.

D.M. 08.03.85  
“Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n.818”.

D.P.R. 12.01.1998 n.37  
“Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15.03.97, n.59”.

DECRETO 10.03.1998  
“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”.

DECRETO 4.05.1998  
“Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco”.

CIRCOLARE 05.05.1998 n.9 MINISTERO DELL'INTERNO  
“D.P.R. 12.01.1998, n.37 – Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi – Chiarimenti applicativi”.

D.M. 22.02.1965

“Dispositivi ed installazioni di protezione contro le scariche atmosferiche e per gli impianti di messa a terra”.

D.P.R. 30.06.1965 n.1124

“Disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro”.

CIRCOLARE 06.08.1965 n.70 DEL MINISTERO DEL LAVORO

“Prescrizione del copricapo per i lavoratori”.

D.M. 27.09.1965

“Determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”.

LEGGE 01.03.1968 n.186

“Disposizioni concernenti installazioni ed impianti elettrici”.

D.M. 16.02.82

“Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi”.

LEGGE 7.12.1984 n.818

“Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi”.

D.M. 08.03.85

“Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n.818”.

D.P.R. 12.01.1998 n.37

“Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15.03.97, n.59”.

DECRETO 10.03.1998

“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”.

DECRETO 4.05.1998

“Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco”.

CIRCOLARE 05.05.1998 n.9 MINISTERO DELL'INTERNO

“D.P.R. 12.01.1998, n.37 – Regolamento per la disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi – Chiarimenti applicativi”.

LEGGE 6.12.1982 n.88

“Disciplina dei controlli sulle costruzioni in zone a rischio sismico”.

UNI en 12646

“Light and lighting - Lighting of work places - Part 1 - Indoor work places”

DELIBERAZIONE CONI N. 146 DEL 06/05/2008

“Norme Per L'impiantistica Sportiva”

CEI 11-1 IX Edizione Fascicolo 5025

“Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata”.

CEI 11-35 I Edizione Fascicolo 2906

“Guida all’esecuzione delle cabine elettriche d’utente”.

CEI 11-37 I Edizione Fascicolo 2911

“Guida per l’esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria”.

CEI 17-13/2 CEI EN 60439-2 fascicolo 2190

“Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: Prescrizioni Particolari per i condotti sbarre”.

CEI 29-7 Fascicolo 533

“Apparecchiature e sistemi di alta fedeltà. Requisiti minimi”.

CEI 34-30-EN 60598-2-5 Fascicolo 1532

“Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Proiettori”.

CEI 34-40-EN 60357 Fascicolo 1071

“Lampade ed alogeni (veicoli esclusi)”.

CEI 64-2 IV Edizione Fascicolo 1431

“Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione” e varianti

CEI 64-8/7 Fascicoli 5903

“Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti e applicazioni particolari - Sezione 710: Locali ad uso medico”.

CEI 64-8 Fascicoli 4131-4137 e varianti

“Norme per gli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua”.

CEI 64-50 Fascicolo 2615G

“Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici”.

CEI-UNEL 35.023

“Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.

CEI-UNEL 35.024/1

“Cavi per energia con conduttore in rame con isolante elastomerico o termoplastico ed aventi grado di isolamento non superiore a 4. Portate di corrente in regime permanente”.

Il Capitolato Generale per gli Appalti Ministero LL.PP., approvato con D.P.R. n°1063 del 27.07.1962 e successive modifiche ed integrazioni.

LEGGE 26.07.1965 N. 966

Disciplina delle tariffe, delle modalità di pagamento e dei compensi al personale del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco per servizi a pagamento

LEGGE 13.06.1966 N. 615

Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico

CIRCOLARE n.73 del 29 Luglio 1971

Norme di sicurezza da applicarsi nella progettazione, installazione ed esercizio di impianti termici

D.M. 23.11.1967 DEL MINISTERO DELLA SANITÀ

Ripartizione dei comuni interessati alla prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle zone di controllo A e B previste dall'articolo 2 della legge 13.06.1966 N. 615 D.P.R. 22.12.1970 N. 1391

D.P.R. 22.12.1970 N.1391

Regolamento per l'esecuzione della legge 13.06.1965 n. 615 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici

D.M.1.12.1975

Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione".

LEGGE 09.01.1991 N. 10

Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

D.M. 07.10.1991

Norme transitorie per il contenimento dei consumi energetici

D.P.R. 26.08.93, n.412

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi energetici, in attuazione dell'art.4, comma, della legge 09/01/1991, n°10

### **3 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE**

La progettazione di un impianto di illuminazione si concretizza nella soluzione dei seguenti problemi fondamentali:

- Identificazione delle aree omogenee aventi caratteristiche funzionali e di frequentazione;
- Identificazione dei livelli di illuminamento necessari;
- Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada);
- Scelta degli apparecchi illuminanti;
- Calcolo illuminotecnico.

#### **3.1 Progetto illuminotecnico**

##### **3.1.1 Identificazione delle aree omogenee aventi caratteristiche funzionali e di frequentazione.**

Le aree omogenee sono state suddivise in base al normale flusso di pubblico e alla destinazione d'uso degli spazi, nonché in base a criteri puramente di buon senso. In particolare, le zone oggetto di intervento sono state classificate nei seguenti gruppi:

- Campo da gioco (calcio a 5, pallavolo, pallacanestro);
- Illuminazione tribune;
- Spogliatoi e locali accessori;
- Parcheggio;

### **3.1.2 Identificazione dei livelli di illuminamento necessari**

In base a tali classificazioni, le caratteristiche illuminotecniche degli impianti dovranno rispondere ai seguenti parametri:

<b>Zona</b>	<b>Illuminamento medio (lux)</b>	<b>Grado di uniformità</b>	<b>Abbagliamento</b>
Parcheeggio	20	0.4	Estremamente ridotto
Campo da gioco	500	0.4	Estremamente ridotto
Illuminazione Tribuna	100	0.4	Estremamente ridotto
Infermeria	300	0.	Estremamente ridotto
Spogliatoi, Depositi e locali di servizio	100	0.4	Ridotto

### **3.1.3 Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada)**

Le lampade sono la parte vitale dell'impianto di illuminazione; dalla loro scelta dipende fortemente sia l'efficienza luminosa dell'impianto ai fini del rispetto dei limiti normativamente fissati, sia l'effetto scenografico delle zone illuminate. In tale ottica, quindi, non solo è fondamentale la scelta del numero e della potenza delle lampade, ma anche la temperatura di colore e la resa cromatica. La prima influenza il colore della luce emessa, il secondo parametro identifica la fedeltà dei colori degli elementi illuminati.

In considerazione anche degli ultimi orientamenti tecnologici, sono state scelte per miglior rapporto tra efficienza luminosa, resa illuminotecnica e caratteristiche della luce emessa, le lampade LED.

### **3.1.4 Scelta degli apparecchi illuminanti**

La scelta della tipologia degli apparecchi illuminanti è vincolata ai seguenti principi:

- Impianti nei cui gli apparecchi di illuminazione hanno solamente compiti funzionali ai fini della corretta illuminazione degli spazi nel periodo notturno;
- Impianti nei quali gli apparecchi illuminanti devono integrarsi e anzi valorizzare il paesaggio, diventando elemento di arredo.

Nel primo caso, gli apparecchi di illuminazione devono essere quanto meno visibili possibile, sia per dimensioni che caratteristiche di forma e di colore e devono integrarsi con l'ambiente circostante.

Nel secondo caso, invece, gli apparecchi di illuminazione devono essere ben visibili e caratterizzanti, integrandosi, ed anzi arricchendo, l'arredo urbano del sito di installazione.

Rimane inteso che in entrambi i casi gli apparecchi dovranno essere scelti con ottica in grado di assicurare buone caratteristiche illuminotecniche, una buona uniformità e limitare al massimo l'abbagliamento e l'inquinamento luminoso con opportune schermature del flusso.

### **3.1.5 Calcolo illuminotecnico**

#### **3.1.5.1 Zone esterne**

Scopi principali del calcolo sono di fornire un buon grado d'illuminamento e una buona uniformità, utilizzare luce avente una temperatura di colore tale da far ben distinguere colori, forme e contrasti, limitare l'abbagliamento, fornire una guida visiva ed ottica in grado di agevolare l'identificazione del tracciato, dei suoi bordi e di tutti i punti singolari (curve, cambi di pendenza, etc.).

La geometria degli spazi e la disposizione delle lampade comporta l'utilizzo di apparecchi d'illuminazione con curva fotometrica asimmetrica.

Per il calcolo della potenza delle lampade da utilizzare, si è fatto riferimento alla formula:

$$\Phi = \frac{E \cdot S}{\eta_u \cdot \eta_m}$$

avendo indicato con:

- $\Phi$  il flusso di ciascuna lampada in lumen;
- $E$  illuminamento medio orizzontale sul terreno richiesto in lux;
- $S$  parte della superficie da illuminare relativa a ciascun centro luminoso, pari al prodotto della larghezza della fascia di interesse e della distanza tra due centri luminosi;
- $\eta_u$  il coefficiente di decadimento (che per le lampade scelte vale 0.7);
- $\eta_m$  il coefficiente di manutenzione (che per il caso in esame è fissato pari a 0.8).

#### **3.1.5.2 Zone interne**

Saranno installate lampade fluorescenti lineari o compatte, con resa cromatica ad alto rendimento; le temperature di colore sono inferiori ai 3.300K nei locali ordinari, adeguate a rendere più simile alla luce naturale l'illuminazione interna, e tra i 3.300 ed i 5.300 K nei locali in cui l'ottima resa cromatica è di primaria importanza.

Per quanto possibile, relativamente al tipo di locale ed alle sue caratteristiche geometriche, si è cercato di mantenere il rapporto tra flusso massimo e flusso minimo prossimo al valore di due onde evitare disturbi dovuti all'impianto d'illuminazione.

Tutti gli apparecchi illuminanti saranno dotati dell'apposito gruppo di accensione e di rifasamento.

I livelli di illuminamento sono stati fissati come segue:



Il numero dei corpi illuminanti da installare in ogni singolo ambiente è stato calcolato facendo uso del metodo del flusso totale.

Tale metodo si basa sulla formula:

$$N = \frac{E \cdot A}{n \cdot \Phi \cdot k}$$

dove è :

- E = illuminamento medio richiesto in lux;
- A = superficie del locale in mq;
- $\Phi$  = flusso luminoso emesso da una lampada, in lumen;
- n = numero di lampade per apparecchio illuminante;
- k = coefficiente che tiene conto del deprezzamento luminoso della lampada per depositi di polvere, del rendimento dell'apparecchio illuminante, della geometria del locale e della riflessioni delle pareti.

I coefficienti di riflessione impiegati sono stati quelli consigliati dalla norma e, precisamente:

pavimento e piano di lavoro 0,2 ÷ 0,4;

pareti bianco chiare 0,5;

soffitto 0,6 ÷ 0,8.

I coefficienti di manutenzione dei corpi illuminanti sono stati scelti tenendo conto di:

- tipo di apparecchio (classe di manutenzione);
- tipo di ambiente (molto pulito, pulito, sporco, molto sporco);
- durata del corpo illuminante.

In genere i calcoli sono stati effettuati considerando il decadimento del corpo illuminante dopo un periodo di 24 mesi, pertanto al momento dell'installazione dei corpi illuminanti si avranno dei valori di illuminamento superiori ai valori di progetto.

I calcoli effettuati sono stati verificati con appositi programmi di calcolo, i cui risultati sono allegati.

#### **4 ANALISI DEI CARICHI ELETTRICI.**

Nell'effettuare l'analisi dei carichi si è proceduto alla valutazione dei seguenti casi:

- Utilizzatori il cui carico è completamente noto in termini di potenza, corrente, fattore di potenza e regime di funzionamento.
- Utilizzatori mobili o portatili da collegare mediante presa a spina e la cui potenza e consistenza è variabile e largamente imprevedibile.

- Utilizzatori da valutare assegnando opportuni carichi convenzionali, in quanto previsti nel l'uso ordinario dell'ambiente, ma ancora di caratteristiche non completamente note.

In quest'ultimo caso si fa riferimento alla normativa ed alle potenze di utilizzatori di impiego e caratteristiche simili.

Le prese a spina si considerano utilizzatori di potenza corrispondente alla loro potenza nominale.

La corrente di impiego  $I_b$ , parametro fondamentale per il corretto dimensionamento dei conduttori è funzione della potenza installata  $P_a$ , della tensione nominale  $V$  e del coefficiente  $g = K_u \times K_c$  secondo le relazioni:

$$I_b = g \cdot \frac{P_a}{V} \quad \text{per circuiti monofase (4.1)}$$

$$I_b = g \cdot \frac{P_a}{\sqrt{3}V} \quad \text{per circuiti trifase equilibrati (4.2).}$$

Il coefficiente  $g$  è quindi il rapporto tra la corrente di impiego  $I_b$  e la corrente teorica  $I_t$  che si avrebbe se tutta la potenza installata fosse pienamente utilizzata e compendia i fattori di utilizzazione e di contemporaneità  $K_u$  e  $K_c$ .

Per l'illuminazione si è assunto  $K_u=K_c$  pari a 0,9, mentre per le prese a spina si è generalmente adottato il coefficiente  $g$  variabile tra 0,01 e 0,1, mentre valori superiori sono stati adottati per le i carichi di cui è noto il valore di potenza (pompa autoclave, ecc.).

In allegato sono riportati i valori dei coefficienti adottati per stabilire l'effettiva potenza assorbita da ciascun carico. I valori adoperati si ritengono adeguati alle condizioni di servizio degli impianti in questione.

Tutti i quadri elettrici sono stati dimensionati comunque per garantire ad ogni singola utenza il proprio corretto funzionamento.

## 5 CALCOLO CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Il calcolo tiene conto per quanto riguarda il contributo dei trasformatori e della rete delle raccomandazioni date dalle Norme IEC 909 e VDE 0102 Teil/11/11/71.

I valori delle grandezze elettriche utilizzate nel calcolo sono desunti dalle Norme, dalla letteratura e dalla pratica corrente.

La reattanza di corto circuito  $X_t$  di un trasformatore è data da :

$$X_t = \frac{V_{cc} \cdot V_n^2}{100 \cdot A_n} \quad (3.1)$$

dove:

- $V_{cc}$  è la caduta di tensione di corto circuito in % dei trasformatori;
- $V_n$  è la tensione nominale del trasformatore;
- $A_n$  è la potenza del trasformatore.

Tale corrente di cortocircuito è calcolabile mediante la seguente formula:

$$I_{cc} = 1.1 \frac{V_n}{1.73 \cdot X_t} \quad (3.2)$$

In particolare il valore delle correnti di cortocircuito simmetriche calcolato al quadro elettrico generale è pari a 6kA per guasti trifase e 4.5kA per guasti monofase, così come riportato nelle direttive ENEL per forniture civili dotate di limitatore.

Tutti gli interruttori previsti avranno potere d'interruzione pari o superiore alla  $I_{cc}$  massima calcolata nel punto di installazione.

## **6 CONDUTTORI E TUBI PROTETTIVI.**

I componenti dell'impianto, se non diversamente specificato, dovranno avere le seguenti caratteristiche:

### **6.1 Conduttori.**

Tutti i conduttori devono essere di rame e contraddistinti dai colori dell'isolante prescritti dalle tabelle CEI-UNEL 00722; in particolare, i conduttori di fase potranno avere qualsiasi colore all'infuori di quelli utilizzati per il neutro e per la terra; i conduttori di "neutro" dovranno essere colore blu chiaro e quelli di "protezione" colore giallo-verde.

I cavi utilizzati per le linee in esterno saranno del tipo FG16OR16, con isolamento butilico e guaina in PVC. Le linee interne, saranno del tipo FS17. Tutti i cavi dovranno rispondere alle norme CEI 20-35, 20-22 II, 20-37/2 e 20-13.

Con le sezioni dei conduttori ipotizzate in progetto, la caduta di tensione sulle linee terminali non supererà mai il valore del 4%.

Le derivazioni dei conduttori dovranno essere eseguite con morsetti volanti a cappuccio in resina termoindurente contenuti entro apposite cassette di derivazione o direttamente sulle morsettiere dei pali, entrambe con coperchi rimovibili solamente con l'uso di attrezzi.

### **6.2 Dimensionamento dei cavi**

#### **6.2.1 Protezione da sovraccarichi e da cortocircuiti: Metodo di Calcolo: condizioni ordinarie**

Nota la corrente di impiego e le condizioni di installazione del cavo, sono state calcolate la sezione, la resistenza, la reattanza, la caduta di tensione alla temperatura di servizio, la potenza dissipata, il massimo valore dell'energia specifica passante ( $I^2t$ ) sopportabile e, al fine di facilitare la scelta dell'apparecchio di protezione, il massimo valore di taratura dello sganciatore magnetico atto a proteggere il cavo in tutta la sua lunghezza.

Tale calcolo tiene conto:

- della corrente di impiego  $I_b$ ;
- della corrente nominale del dispositivo di protezione  $I_n$ ;
- della corrente massima ammissibile del cavo in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo,  $I_z$ ;
- della corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione  $I_f$ ;
- della massima caduta di tensione ammessa pari al 4 %.
- Il metodo adottato è quello proposto dalla norma IEC 364-5-23; essa prevede:
  - tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV;
  - cavi non armati;
  - temperatura massima ammissibile di 70°C per conduttori isolati in PVC e 90°C per conduttori isolati in EPR (Etilene propilene);
  - assenza di irraggiamento solare;
  - resistività termica del suolo di 2.5 °C·m/W.

I parametri che più frequentemente possono variare influenzando la portata sono:

- la temperatura ambiente,
- la presenza o meno di altri conduttori adiacenti a quello considerato,
- il tipo di posa previsto.

Quali condizioni normali, la norma prevede:

- temperatura ambiente di 30 °C per cavi in aria e di 20 °C per cavi interrati;
- assenza di conduttori sotto carico adiacenti a quello considerato.

Per condizioni diverse da quelle normali sono stati calcolati i coefficienti correttivi.

Il tipo di posa influisce in modo determinante sulla portata del cavo in quanto variano notevolmente le condizioni per lo smaltimento del calore prodotto nell'esercizio del cavo (effetto Joule).

La tipologia di posa considerata è la seguente (v. IEC 364-5-23):

- conduttori isolati, cavi uni-multipolari in tubo interrato.

La formula usata per il calcolo della portata (IEC 364-5-23 appendice B) è la seguente:

$$I = AS^m - BS^n$$

dove:

- $I$  è la portata del cavo [A];

- S è la sezione nominale del conduttore [mmq];
- A e B, m ed n sono rispettivamente coefficienti [A/mmq] ed esponenti che dipendono dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa, e i cui valori sono specificati dalla norma IEC citata.
- Il coefficiente di correzione per valori di temperatura ambiente diversi da quelli normali è calcolato in accordo alla norma IEC

Il valore della temperatura ambientale è quello del mezzo circostante quando i cavi o i conduttori isolati in considerazione non sono percorsi da corrente. I coefficienti di correzione per raggruppamento di più circuiti sono desunti dalla normativa.

Il valore della resistività, necessaria per il calcolo della resistenza, è desunto dalla tabella UNEL 35023-70; si applica la nota formula:

$$R = \frac{rl}{Sn}$$

dove:

- R = resistenza per fase della conduttura [ $\Omega$ ];
- r = resistività del materiale a 20 °C [ $\Omega$  mmq/m];
- l = lunghezza della conduttura [m];
- S = sezione [mmq]
- n = numero di conduttori per fase.

Per il calcolo della resistenza a temperatura diversa da 20 °C è necessario ricalcolare il valore della resistività del materiale alla temperatura  $\theta$  considerata:

$$r(\theta) = r(20)[1 + \alpha(\theta - 20)]$$

dove  $\alpha$  è il coefficiente di temperatura che dipende dal tipo di materiale (per il rame  $\alpha=0.0038\div0.0040$ ).

Il valore della reattanza dipende, oltre che dal tipo di cavo, anche dalla disposizione di cavi stessi.

I valori utilizzati sono derivati per interpolazione delle tabelle UNEL 35023-70.

Viene inoltre verificata la caduta di tensione, previo ricalcolo della temperatura effettiva raggiunta dal cavo, funzione della corrente di impiego e della portata:

$$\theta = \theta_a + c(I_B / I_Z)^2$$

dove:

- $\theta_a$  = temperatura ambiente [°C];
- $I_B$  = corrente di impiego del cavo [A];

- $I_z$  = portata del cavo [A];
- $c$  = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento e dal tipo di posa.

Calcolato il nuovo valore di temperatura si determina il nuovo valore della resistenza e si applica la formula:

$$\Delta U\% = \frac{I_B l (R' \cos \varphi + X' \sin \varphi)}{U_n} 100$$

valida per sistemi in corrente alternata monofase, dove:

- $M$  è un coefficiente pari a 2 nel caso di sistema monofase e  $\sqrt{3}$  per sistema trifase;
- $R'$  e  $X'$  sono rispettivamente la resistenza e la reattanza di fase per unità di lunghezza del cavo alla temperatura a regime [ $\Omega/m$ ];
- $\cos \varphi$  è il fattore di potenza della linea;
- $U_x$  è la tensione concatenata nominale [V].

Per il calcolo della potenza dissipata dal cavo si ricorre alla formula:

$$P = M \cdot I_B^2 R' 2l \quad [W]$$

### 6.2.2 Verifica in condizioni di guasto

Affinché la linea sia protetta dalle sovracorrenti, siano esse dovute a sovraccarico o a condizioni di guasto (corto circuito), è necessario procedere ad una corretta scelta dell'apparecchio di protezione. In particolare, tale dispositivo deve essere scelto in maniera tale che l'energia specifica lasciata passare durante il suo intervento non superi quella sopportabile dal cavo.

Deve quindi essere soddisfatta la relazione:

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

dove:

- $(I^2 \cdot t)$  Energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito.
- $K$  Coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento.
- $S$  Sezione del conduttore da proteggere, in  $mm^2$ .
- $t$  Tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume 5 secondi.

Per una durata del cortocircuito 5 secondi, si ha:

$K = 115$  per cavi in Cu isolati in PVC;

$K = 135$  per cavi in Cu isolati in gomma butilica;

$K = 146$  per cavi in Cu isolati in gomma etilenpropilenica.

La relazione precedente deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato al cortocircuito.

In pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima, al fine di assicurarsi che, in caso di guasto, la corrente di cortocircuito sia sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Il valore di taratura dello sganciatore magnetico viene infine calcolato tramite la formula semplificata [Norma CEI 64-8 app. D]

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.5 \cdot r \cdot 2 \cdot l}$$

dove  $r$  è la resistività a 20 °C del materiale, e sostituendo quindi  $I_{cc}$  con  $1.2 I_m$ , essendo 1.2 un coefficiente di sicurezza pari al valore di tolleranza ammesso dalla normativa sulla corrente di intervento degli sganciatori:

$$I_m = \frac{0.8 \cdot U \cdot S}{1.2 \cdot 1.5 \cdot r \cdot 2 \cdot l} abc$$

ove:

- $U$  è la tensione nominale in volt;
- 0,8 è un fattore che tiene conto dell'abbassamento di  $V$  durante il corto circuito;
- $S$  è la sezione del conduttore in mm<sup>2</sup>;
- $r$  è la resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a 0,027 ohm \* mm<sup>2</sup>/ m per il rame;
- 2 è un fattore che tiene conto che la corrente di cortocircuito interessa un conduttore di lunghezza 2L;
- $I_m$  è la corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore.

E inoltre:

$$a = \frac{4(n-1)}{n} \quad \text{tiene conto di eventuali conduttori in parallelo per fase;}$$

$$b = \frac{2}{m+1} \quad \text{con } m = S_f/S_n \text{ tiene conto, se presente, della diversa sezione del neutro;}$$

$$c = 0.5 \div 1 \quad \text{tiene conto del valore della reattanza per cavi di sezione superiore a 95mm<sup>2</sup>.}$$

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati in modo da soddisfare le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

Questa seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

Risultando i conduttori protetti dal sovraccarico, ed essendo previsto l'uso di interruttori a norme CEI dotati di soglia di intervento degli sganciatori magnetici inferiore a  $10 \cdot I_n$ , è sufficiente la verifica della massima corrente di corto circuito, calcolata ai morsetti dell'interruttore.

I calcoli di dimensionamento dei cavi sono stati effettuati con l'ausilio di fogli di calcolo e in allegato si riportano le tabelle relative al dimensionamento dei cavi in uscita dai diversi quadri elettrici.

I dati relativi alle modalità di posa in opera dei cavi, alla temperatura di riferimento, al sistema di collegamento a terra, al tipo di cavo e relativo isolamento, al circuito di appartenenza alla corrente di impiego ed a tutte le grandezze elettriche sono riportati in allegato e negli schemi dei quadri riportati in allegato.

In ogni caso, la sezione dei cavi scelti non dovrà mai essere inferiore a:

- 1,5 mmq per le derivazioni ai punti luce;
- 4 mmq per le dorsali.

### **6.3 Tubi protettivi e canali**

La distribuzione principale esterna sarà effettuata tramite cavidotto del tipo flessibile a doppia parete. Tale cavidotto dovrà essere interrato a profondità non inferiore a 0.6 m misurati a partire dalla generatrice superiore della tubazione e a distanza non inferiore a 0,5 m dal filo di ogni costruzione e ad una distanza sufficiente a non compromettere la stabilità di muretti e marciapiedi.

Lo scavo dovrà essere realizzato nel seguente modo:

- demolizione delle sovrastrutture se già presenti;
- scavo a sezione obbligata;
- costipamento del fondo;
- formazione di un letto di posa in sabbia per le tubazioni (10 cm);
- installazione delle tubazioni e ricoprimento delle stesse con materiale di riporto fine;
- ricoprimento dello scavo con i materiali provenienti dallo scavo (10 cm);
- ripristino o realizzazione ex/novo della sovrastruttura.

I cavidotti, tutti di nuova installazione, saranno intervallati da pozzetti ispezionabili, al fine di garantire una facile e rapida manutenzione in caso di necessità. Tali pozzetti saranno disposti ad una distanza massima di circa 20 metri l'uno dall'altro in percorso rettilineo, con opportuna disposizione nei punti singolari (es. cambi di direzione).

Il raggio di curvatura dei cavidotti deve essere tale da non danneggiare i cavi e da consentire un facile infilaggio e sfilaggio dei cavi.



Il percorso di tubazioni, il tipo e la sezione, sono chiaramente indicati nelle planimetrie.

Per quanto concerne la posa di tubazioni in interno, saranno rispettate le disposizioni delle norme CEI 23-8 e CEI 23-14. Questo tipo di installazione sarà diversificata relativamente alla zona da servire ed alla tipologia di costruzione e/o arredo degli ambienti.

La distribuzione all'interno dovrà essere effettuata:

- tramite tubazione tipo RK15 da staffare a soffitto o parete;
- tramite tubazione tipo FK15 da incassare a soffitto o parete;
- tramite tubazione tipo guainaflex per i tratti volanti a vista.

Le derivazioni dalla dorsale di distribuzione saranno realizzate utilizzando tubazioni in materiale termoplastico della serie pesante o in guaina vinilica del tipo autoestinguente ed a ridotta tossicità e corrosività, con resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 Mohm e rigidità dielettrica superiore a 20KV/mm.

L'uso di tubazioni flessibile, sempre del tipo suddetto, sarà limitato per tratti terminali dei circuiti ( ad es. collegamento scatola di derivazione ad utilizzatore ).

Tali tubazioni flessibili avranno le caratteristiche prestazionali indicate nelle tabelle UNEL relative.

Tutte le tubazioni saranno collegate mediante interposizione di idonee cassette di derivazione ispezionabili, coperchio fissato per mezzo di viti, eventualmente dotate di morsetteria. Tali cassette saranno previste per ogni giunzione o derivazione ed, in ogni caso sulle tubazioni ogni due curve, dove occorra un brusco cambio di derivazione e dopo 15 m di tubo rettilineo.

Le cassette di derivazione dovranno essere installate in modo da rendere agevole l'infilaggio dei cavi per il collegamento delle utenze.

Dato l'elevato numero di circuiti presenti e la diversità delle loro caratteristiche (distribuzione energia, linee telefoniche, rete informatica, etc.), si prescrive l'uso tubazioni di colore diverso a seconda del circuito contenuto, nonché cassette e scatole separate ed indipendenti. Inoltre i vari circuiti dovranno essere opportunamente identificati a mezzo di cartellini indelebili al fine di consentire la rapida localizzazione dei circuiti in qualsiasi momento.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi. Nei canali la sezione occupata dai cavi, tenuto conto del volume occupato dalle connessioni, non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso.

Le tubazioni devono essere disposte orizzontalmente o verticalmente evitando percorsi obliqui.

Nel caso di intersezione tra tubazioni di energia e di segnale, la tubazione contenenti linee di segnale deve passare sopra.

Il raggio di curvatura delle tubazioni deve essere tale da non danneggiare i cavi.

Il percorso di tubazioni, il tipo e la sezione, sono chiaramente indicati nelle planimetrie.

## **7 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI**

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte attiva dell'impianto, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

- isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;
- adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari a IP XXB per le pareti verticali e non inferiore a IP XXD per le superfici orizzontali superiori, data la maggiore facilità per elementi esterni di entrare in contatto con le parti attive interne.

L'isolamento può essere rimosso solo mediante distruzione dello stesso.

L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica deve soddisfare le relative norme.

Se per ragioni di esercizio si rendesse necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, dovrà essere rispettata almeno una delle seguenti prescrizioni:

- uso di chiave o attrezzo da parte di personale addestrato;
- sezionamento delle parti attive con interblocco meccanico e/o elettrico;
- interposizione di una barriera intermedia che impedisca il contatto con le parti attive avente grado di protezione IP2X rimovibile con chiave o attrezzo.

## **8 PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI**

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parte conduttrice connessa con la massa, andata in tensione per un guasto di isolamento.

Si definisce massa una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Si definisce massa estranea una parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra, ed avente resistenza verso terra di valore inferiore a  $1000\Omega$ .

Il sistema di distribuzione adottato è TT ed in questo caso la protezione contro i contatti indiretti verrà realizzata con l'impiego di interruttori automatici magneto-termici differenziali, coordinati con l'impianto di terra secondo la formula:

$$R_a \leq \frac{50}{I_d}$$

dove:

- $I_d$  è il più elevato valore in ampere della corrente di intervento differenziale tra i dispositivi di protezione installati;
- 50 è il valore in Volt della tensione massima ammissibile sulle masse in locali ordinari;
- $R_a$  è il valore in Ohm della somma delle resistenze di terra e dei conduttori di protezione; quest'ultima risulta comunque di valore trascurabile rispetto alle resistenze di terra.

Il quadro elettrico è dotato di interruttori differenziali la cui corrente differenziale massima  $I_d$  è pari a 0.3 mA, valore per il quale è stata eseguita la verifica della protezione dai contatti indiretti. Questa è quindi assicurata se l'impianto di terra presenta un valore della resistenza  $R_a$  non superiore a:

$$R_a \leq \frac{50}{I_d} = \frac{50}{0.3} = 167\Omega.$$

Tale condizione è sicuramente verificata per l'impianto in esame (vedi paragrafo successivo).

## 9 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è costituito dai seguenti elementi:

- conduttori di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali;
- collettori;
- dispersori.

I conduttori di protezione avranno sezione pari alla sezione del conduttore di fase fino a 16 mmq, pari a 16 mmq nel caso in cui la sezione di fase è compresa tra 16 mmq e 35 mmq, pari alla metà della sezione di fase nel caso in cui questa sia maggiore di 35 mmq. Il conduttore di protezione comune a più circuiti deve essere dimensionato in base al conduttore di fase di sezione maggiore.

Al conduttore di protezione dovranno essere collegati i conduttori equipotenziali di tutte le masse e masse estranee, i conduttori di protezione di tutti i contatti di terra delle prese a spina ed i conduttori di protezione di tutte le masse degli apparecchi illuminanti.

In alcuni pozzetti sono stati installati dispersori a puntazza in acciaio dolce zincato a caldo della lunghezza di 1,5 m, in maniera da avere intimo contatto con il terreno.

Devono essere collegati al collettore principale in modo visibile, perennemente accessibile e con possibilità di disinserzione individuale:

- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i conduttori equipotenziali supplementari.

## **10 QUADRI ELETTRICI E DISTRIBUZIONE**

I dati del sistema di distribuzione dell'energia elettrica sono i seguenti:

- tensione nominale 400 V (3F+N),
- frequenza 50 Hz,
- sistema di distribuzione TT,
- massima caduta di tensione su tutti i circuiti 4%.

La consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente Distributore avviene in bassa tensione (400V); il sistema in esame è di tipo TT. L'alimentazione degli impianti avverrà dal quadro elettrico generale posto all'interno del corpo spogliatoi.

Così come previsto dalla norma CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica" del dicembre 2013, per la determinazione della corrente di cortocircuito nel punto di connessione alla rete, ci si riferisce al valore convenzionale indicato dalla norma per fornitura in bassa tensione trifase con potenza impegnata superiore a 33kW, e quindi priva di limitatore. Tali valori sono pari a 15kA per corto circuito trifase e 6kA per quello monofase. Per tale ragione, l'interruttore prossimo al punto di fornitura avrà potere di interruzione pari a 16kA, mentre gli interruttori automatici dei quadri secondari avranno potere di interruzione pari a 10kA per gli interruttori tri/quadripolari, 6kA per gli interruttori bipolari.

Il quadro dovrà essere dotato di nodo equipotenziale cui attestare tutte le masse e le masse estranee mediante conduttori di protezione di colore giallo-verde.

Da tale quadro, ospitante le apparecchiature di comando, sezionamento e protezione, si dipartiranno le dorsali per l'alimentazione dei quadri di zona, dei circuiti del corpo spogliatoi e dei centri luminosi esterni, che dovranno essere derivati ciclicamente sulle tre fasi, in modo da ridurre al minimo gli squilibri tra le stesse (ari. 4.2.09 Norma CEI 64-7).

Per quanto concerne l'identificazione dei cavi, dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni (Norma CEI 64-8 art. 514.3.2):

- bicolore giallo-verde per i conduttori di terra, protezione ed equipotenzializzazione;
- blu chiaro per il conduttore di neutro;
- colori secondo la tabella CEI – UNEL 00722 per i conduttori di fase.

Il quadro elettrico dovrà essere realizzato con armadio metallico, avente grado minimo di protezione IP44, dotato di porta trasparente con chiusura a chiave.

A monte dell'interruttore generale del quadro dovranno essere installate gemme luminose di segnalazione presenza rete e le apparecchiature specificate nello schema unifilare allegato.

Il cablaggio interno sarà realizzato con cavi isolati in PVC di sezione non inferiore a quella delle linee a valle dei rispettivi interruttori. Ogni circuito dovrà essere facilmente individuabile e contraddistinto da targhette inamovibili ed inalterabili poste sui pannelli in corrispondenza di ciascun interruttore e richiamanti gli identificativi riportati nell'allegato di progetto.

È stato inoltre previsto un gruppo elettrogeno ad avviamento e scambio automatico in grado di garantire, anche nel caso di cessazione della tensione di rete, di mantenere in funzione dell'impianto di illuminazione per un corretto ed ordinato sfollamento del pubblico.

## **11 IMPIANTO RIVELAZIONE FUMI**

Per soddisfare pienamente il D.P.R. del 14.01.1997 e il DM 18/9/2002, è prevista l'installazione di un impianto di rivelazione incendi costituito dai seguenti elementi:

- centrale di gestione allarmi di tipo analogica indirizzabile;
- rivelatori di fumo ad effetto Thindall indirizzabili;
- rivelatori di fumo a barriera;
- ripetitori di allarme per rivelatori;
- pulsanti di emergenza a riarmo;
- segnalatori ottico-acustici.

I rivelatori di fumo saranno previsti in ogni ambiente (ad eccezione di WC e piccoli ambienti), nei corridoi o vie di fuga in generale e all'interno dei controsoffitti e di pavimenti galleggianti.

La centrale sarà dotata di pannello di controllo e segnalazione da installare nel locale di gestione emergenze.

## **12 IMPIANTO DI TRASMISSIONE DATI E FONIA**

In campo, negli spogliatoi e nell'infermeria verranno installate prese RJ per l'impianto di trasmissione segnale dati e fonia. Tale impianto sarà rispondente alla norma ISO/IEC 11801 2° edizione, classe D 100 MHZ, componenti di categoria 5 ENHANCED della norma EIA/TIA 568-B.

L'impianto sarà composto da:

- n° switch 10/100/1000 in armadio RACK 19" completo di barra di alimentazione, pannelli passacavi e Patch Panel;
- pannello per fonia;

- patch cord per cablaggio armadio e per collegamento prese-computer;
- prese RJ45 cat.6 con placche autoportanti;
- collegamenti con cavo cat.6.

### **13 VERIFICHE ELETTRICHE FINALI**

Al termine della esecuzione dei lavori è necessario eseguire le verifiche sull'impianto previste dalla Norma 64-8. Particolare attenzione si richiama sui seguenti aspetti:

#### Impianto di terra

In sede di verifica dell'impianto risulterà necessaria la valutazione della resistenza di terra con misura diretta affinché essa verifichi le relazioni  $R_a \leq 167\Omega$ .

Si prescrive, inoltre, che il personale addetto alla manutenzione dell'impianto elettrico provveda periodicamente, almeno due volte all'anno, alla bonifica dell'impianto di terra mediante l'impiego di soluzioni colloidali gelatinose, al fine di migliorare la conducibilità dello stesso.

#### Caduta di tensione in linea

Mediante prova di cui all'art. 5.1.02 della Norma 64-7, la caduta di tensione lungo la linea di alimentazione, non tenendo conto del transitorio di accensione, in condizioni regolari di esercizio non deve superare il 4%.