

Comune di BARI



**AMTAB S.p.A.**  
Azienda Mobilità e Trasporti Bari S.p.A.  
Viale L. Jacobini, Z.I. - 70132 BARI

**LAVORI DI: ADEGUAMENTO E LA MESSA A NORMA DELL'IMPIANTO  
ELETTRICO DELL'OFFICINA, UFFICI, CRAL, SITI IN VIA L. JACOBINI, Z.I. BARI,  
DI PROPRIETA' DELL'AMTAB S.P.A. - CIG: 6962082BCE**

STAZIONE APPALTANTE  
AMTAB S.p.A.

*Il Direttore Generale - dott. ing. Francesco LUCIBELLO*

*Responsabile Unico del Procedimento*

*dott. ing. Giuseppe RUTA*

.....  
Progettazione:

**dott. ing. Salvatore TORRE**

Via G. Garibaldi, 158 - 95045 Misterbianco (CT)  
tel. 095464944 - 330366846. fax. 095305787 - ORDING - CT 3718  
salvatore.torre5@ingpec.eu  
ingtoresalvatore@gmail.com

Collaborazione: dott. ing. Mariella GUARNERA - ORDING - CT 7172

Revisione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ELABORATO ANALITICO
-----------	-------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------

DRAWING N. 001.043.030	MARZO 2018	<b>RELAZIONE TECNICA</b> - CONSISTENZA IMPIANTI - QUADRO ECONOMICO	Allegato n.01
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			Elaborato n.30

## INDICE

1. LEGGI, DECRETI e DELIBERE DI RIFERIMENTO .....	1
2. DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....	4
3. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI E MODALITÀ .....	5
4. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT .....	7
5. CONSISTENZA ARMADI E QUADRI ELETTRICI .....	9
6. RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO E TRASMISSIONE DATI .....	11
7. QUADRO ECONOMICO .....	42

## 1. LEGGI, DECRETI e DELIBERE DI RIFERIMENTO

- Ministero dello sviluppo economico D.M. 22-1-2008 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.
- Pubblicato nella Gazz. Uff. 12 marzo 2008, n. 61. Decreto del Presidente della Repubblica 6 dicembre 1991, n.447, “Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti”.
- Decreto Ministeriale 20 febbraio 1992, “Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola d'arte di cui all'art.7 del regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n.46, recante norme per la sicurezza degli impianti”.
- DECRETO LEGISLATIVO 9 APRILE 2008, N. 81 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Decreto Legge 19 settembre 1994, n.626, “Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- Delibera AEEG 280/07: “Modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04”

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Per la progettazione:

- CEI 0-2, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici".

Per le caratteristiche generali dell'impianto:

- CEI 64-8/1, "Principi fondamentali".
- CEI 64-8/2, "Definizioni".
- CEI 64-8/3, "Caratteristiche generali".
- CEI 64-8/4, "Prescrizioni per la sicurezza".
- CEI 64-8/5, "Scelta ed installazione dei componenti".
- CEI 64-8/7, "Locali contenenti bagni o docce e gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio".
- CEI 64-12, "guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario".
- CEI 64-50, "edilizia ad uso residenziale e terziario, guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici, criteri generali".
- CEI EN 60947-2, "Potere di interruzione degli apparecchi".

Per gli Impianti di Media Tensione:

- CEI 99-4 "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente
- Norma EN 62271-200: "Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV"
- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica"
- 

Per le condutture:

- CEI 20-19, "Cavi isolati in gomma tensioni fino a 150/750 V".
- CEI 20-20, "Cavi isolati in PVC tensioni fino a 450/750 V".
- CEI 20-21, "Calcolo della portata di corrente".
- CEI 20-35, "Cavi non propaganti la fiamma".
- CEI 20-36, "Cavi resistenti al fuoco".
- CEI 20-38, "Cavi a basso sviluppo di fumi e gas tossici".

- CEI 20-36, “Cavi resistenti al fuoco”
- CEI 81 “Protezione contro i fulmini”
- CEI 17, “Grossa apparecchiatura”
- CEI 8, “Aspetti di sistema per la fornitura di energia elettrica”
- CEI 11-17, “Linee elettriche e materiali conduttori”
- CEI EN 61215, “Componenti fotovoltaici”
- CEI EN 50521, “Connettori
- CEI EN 62109, “Apparati di conversione – inverter”
- CEI EN 62124, “Sistemi isolati”

Per impianto di illuminazione:

- CEI 34-21, “Apparecchi di illuminazione”.
- Norme per impianti di illuminazione esterna
- - Norma CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica.
- - CEI EN 60598-2-3 Apparecchi di illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari - Apparecchi per illuminazione stradale
- - CEI 34-156 Guida per la protezione degli apparecchi di illuminazione con moduli LED dalle sovratensioni
- - CEI EN 60598-2-13 Apparecchi di illuminazione Parte 2-13: Prescrizioni particolari - Apparecchi di illuminazione da incasso a terra
- - CEI 64-19 e var Guida agli impianti di illuminazione esterna
- - Deliberazione Legislativa 113/2003 Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico – 24 settembre 2003
- - Norma 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterne. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- - Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- - Norma UNI 13201-2 Illuminazione stradale. Parte 2: Requisiti prestazionali
- - Norma UNI 13201-3 Illuminazione stradale. Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- - Norma UNI 13201-4 Illuminazione stradale. Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari

Per impianto di Cablaggio strutturato

- EN 50081-1, standard sulle emissioni generiche EMC
- EN 50081-2, standard di immunità generica EMC
- EN 55024-3 / 4, Immunità ai disturbi dei dispositivi e funzionalità della tecnica di elaborazione delle informazioni
- EC 89/336, Linee guida per l'assimilazione dei requisiti statutarî dei paesi membri riguardante EMC
- EC 90/683, Linee guida sulle linee guida di armonizzazione tecnica per i moduli da utilizzare per le diverse fasi dei metodi di valutazione della conformità EN 50082-1
- CEI 801-1, CEI 801-2, CEI 801-3, CEI 801-4.
- CISPR 22 / G / Sekr 34, Interferenze di tensione e corrente su linee dati.
- EN 55022, Limiti e metodi di misurazione per i radiodisturbi della trasmissione di informazioni 8/46

### 3. **DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO**

Con riferimento alla pubblicazione CEI 0-2 è stata preparato l'elenco dei documenti atti a costituire il progetto in tutte le sue parti.

Nel caso in questione il tipo d'impianto è elettrico a partire dal punto di consegna dell'ente distributore; la destinazione d'uso è di tipo industriale con alcuni aspetti dell'edilizia nel terziario, alimentati in MT ed in distribuzione con tensione non superiore a 1000V ca.

Documentazione del progetto:

- Relazione tecnica sulla consistenza e tipologia dell'impianto elettrico.
- Schema elettrico generale.
- Potenze installate, potenze assorbite e relativi dimensionamenti.
- Elenco delle condutture elettriche
- Specifiche tecniche dei componenti elettrici.

#### **4. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI E MODALITÀ**

I lavori impiantistici di questo progetto esecutivo riguardano tutto il complesso edilizio Amtab e di conseguenza è necessario pianificare puntualmente le fasi dell'intervento al fine di consentire le normali attività di amministrazione e manutentive durante tutto il periodo dei lavori.

I corpi di fabbrica F1-servizi tecnologici e spogliatoi, F2-officine, F3-uffici e CRAL sono distinti planimetricamente, ma connessi reciprocamente dalla rete di media tensione ad anello con i cavidotti interrati che costituiranno la struttura di protezione anche dei nuovi cablaggi in bassa tensione.

In base alla forza lavorativa dell'impresa aggiudicataria i lavori potrebbero iniziare contemporaneamente sia nelle centrali tecnologiche e spogliatoi sia nel fabbricato uffici.

Nel fabbricato centrali tecnologiche e spogliatoi gli impianti di illuminazione, prese, quadri elettrici e distribuzione può essere eseguita e completata senza particolari disservizi.

Contestualmente possono eseguirsi i lavori per la realizzazione della nuova cabina esterna ad eccezione della manutenzione e trasloco degli apparati di media tensione dalla vecchia alla nuova cabina.

Per il fabbricato uffici sarà necessario traslocare gli arredi ed apparati elettronici del 2° piano presso il 1° piano oppure al piano terra.

Quindi a partire dal piano secondo e proseguendo fino al piano interrato si potranno completare sia gli impianti elettrici di illuminazione, di prese, quadri elettrici distribuzione ed informatici.

Alternando i traslochi dai piani interessati dai lavori presso altri piani e/o piani completati.

Per completare il fabbricato uffici sarà necessario installare il gruppo elettrogeno per fornire energia al fabbricato uffici mentre saranno sfilati i cablaggi di media tensione del fabbricato uffici per essere sostituiti con quelli previsti dal progetto con la bassa tensione.

In via provvisoria e fino al completamento della cabina M.T. esterna, l'alimentazione al fabbricato uffici, durante i lavori, in bassa tensione sarà fornita dal trasformatore ubicato nella vecchia cabina del fabbricato 1 servizi tecnologici.

Contestualmente si potranno sfilare e sostituire i cablaggi relativi all'illuminazione esterna.

Di seguito saranno eseguiti i lavori nel fabbricato 2 officine con la stessa metodica degli uffici e fino allo sfilamento dei cavi in M.T. per essere sostituiti con quelli previsti in bassa tensione.

I lavori saranno completati con la messa in servizio della nuova cabina M.T.

I lavori indicati possono così essere elencati nelle seguenti fasi:

Fase 1 lavori anche contemporanei:

- Lavori per la realizzazione della nuova cabina esterna (prefabbricato, trasformatori, armadi, rifasamento, etc.) ad eccezione del trasloco degli apparati in M.T. previsti nel progetto.
- Rimozione dei vecchi apparati, relativi all'area interessata dai lavori, da conferire nell'area preposta.
- Impianti corpo spogliatoi.
- Impianti corpo servizi tecnologici ad eccezione della rimozione degli apparati in M.T.
- Impianti fabbricato 3 uffici da eseguirsi per piani.

Fase 2:

- Installazione provvisoria gruppo elettrogeno per l'alimentazione del F3
- Sfilaggio e cablaggi esterni impianti F3 ed illuminazione esterna.
- Posizionamento ed installazione del G.E. nell'area di progetto.
- Alimentazione del F3 in B.T. tramite il trasformatore della vecchia cabina M.T. del F1.

Fase 3:

- Impianti uffici F3 e F2 magazzino officine.
- Alimentazione del F2 tramite gruppo elettrogeno
- Illuminazione trincee e corpi in sospensione officine.
- Impianti di prese, armadi e distribuzione.

Fase 4:

- Sfilaggio e cablaggi esterni impianti F2.
- Completamento cabina esterna con posizionamento degli apparati di M.T. dalla vecchia alla nuova cabina.



## 5. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

La cabina elettrica di trasformazione è costituita dall'insieme dei dispositivi (conduttori, apparecchiature di misura e controllo e macchine elettriche) dedicati alla trasformazione della tensione fornita dalla rete di distribuzione in media tensione 20kV, in valori di tensione adatti per l'alimentazione delle linee in bassa tensione 400V.

La cabina AMTAB è privata e di tipo terminale, in essa la linea MT si ferma nel punto di installazione della cabina stessa.

Il locale misura resterà inalterato e posto all'interno di uno dei vani interrati del blocco servizi, eventualmente tali gruppi di misura potranno essere posizionali all'interno del nuovo locale BT della cabina.

Essa sarà installata all'esterno in un'area dedicata ed è costituita fundamentalmente da tre locali distinti:

- locale di consegna: dove sono installate le apparecchiature di manovra MT di proprietà AMTAB, ricevute dal precedente locale MT, dopo previa manutenzione straordinaria.

Nel locale consegna è presente il punto di prelievo che rappresenta il confine e la connessione tra l'impianto di rete pubblica (ma di proprietà AMTAB) e l'impianto di utenza.

- locale utente 1: destinato a contenere i trasformatori

- locale utente 2: destinato a contenere le apparecchiature di manovra e protezione in BT di pertinenza dell'utente.

Tale locale è adiacente agli altri due locali. La tav.02 identifica le parti osservate.

I trasformatori installati saranno MT/BT con:

- primario a triangolo ( $\Delta$ ), e secondario stella a terra, per ridurre i disturbi in rete e per rendere facilmente disponibile la tensione concatenata e di fase.

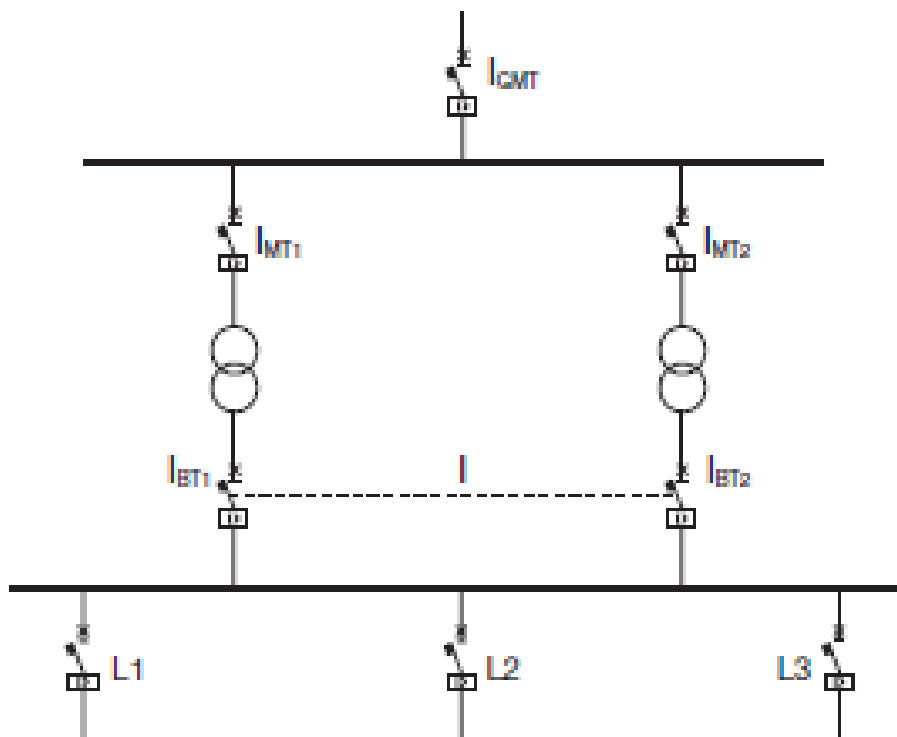
Il trasformatore sarà connesso al punto di prelievo del locale MT utente attraverso il cavo di collegamento in rame di sezione minima di 95mmq.

Il sistema di gestione della connessione a terra del sistema previsto è il passaggio da neutro isolato a neutro a terra tramite impedenza.

Tale modifica, ridurrà le correnti di guasto monofase a terra limitando la tempestività degli interventi.

## Caratteristiche della fornitura MT

Fornitura di categoria II con tensione nominale  $1000 \text{ V} < V_n = 30000 \text{ V}$  in corrente alternata



La cabina di progetto prevede due trasformatori di cui uno di riserva all'altro.

I power center nel vano BT saranno collegati con un interblocco "I" la cui funzione è quella di impedire il funzionamento in parallelo dei trasformatori.

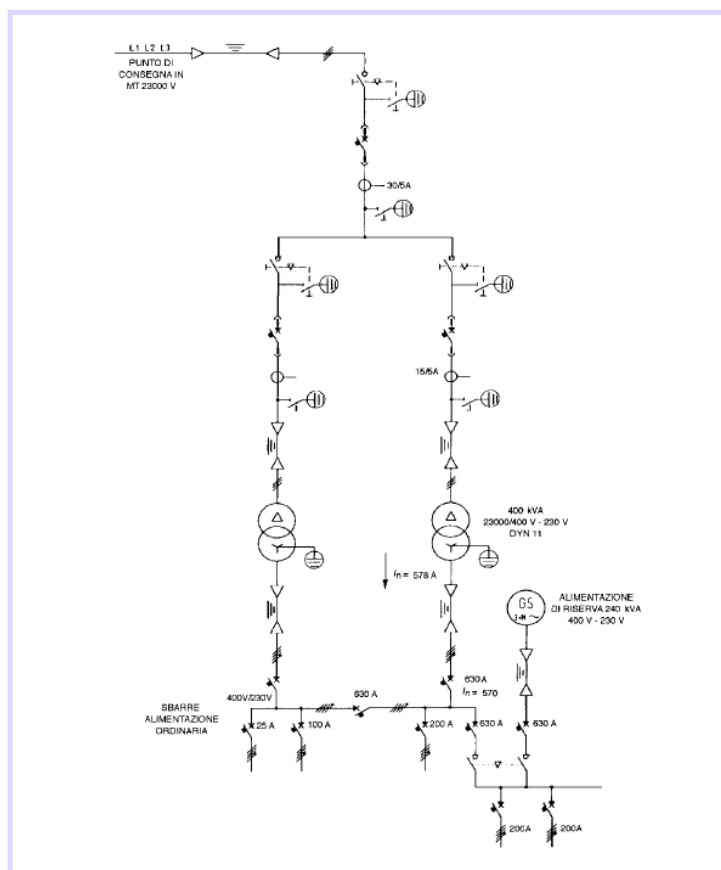
Oltre al dispositivo di manovra e sezionamento sull'arrivo linea MT (IGMT) è prevista un'apparecchiatura di manovra, sezionamento e protezione anche sui singoli montanti MT dei due trasformatori (IMT1 e IMT2).

In questo modo con l'apertura del dispositivo di monte e di valle di un trasformatore è possibile garantire il sezionamento e accedere alla macchina senza mettere fuori servizio tutta la cabina.

I trasformatori adottati nel progetto sono in resina, quindi raffreddati in aria naturalmente, da 2x630kVA per le caratteristiche si rimanda agli elaborati analitici CME e CSA.

La Norma CEI 0-16 prescrive che l'impianto di utenza per la connessione debba sempre essere collegato alla rete mediante attraverso uno o più dispositivi di sezionamento ed interruzione.

In particolare il progetto de quo ha i seguenti dispositivi:



*Circuito di potenza unifilare: cabina di trasformazione*

- Sezionatore generale, posto immediatamente a valle del punto di connessione e destinato a sezionare l'impianto di utenza dalla rete;
  - Interruttore generale, posto immediatamente a valle del sezionatore generale e in grado di escludere dall'impianto di rete per la connessione l'intero impianto di utenza.
- L'insieme di sezionatore generale e interruttore generale, tipicamente realizzato in un unico involucro, è definito Dispositivo Generale (DG).

Il DG si concretizza quindi nella forma di un quadro elettrico di media tensione.

La funzione di sezionamento per il sezionatore di linea è conforme alla Norma CEI EN 62271 – 102 se fisso, oppure alla Norma CEI EN 62271-200 se la funzione di sezionamento viene conseguita mediante l'estraibilità dell'interruttore.

## 6. CONSISTENZA ARMADI E QUADRI ELETTRICI

L'impianto è stato suddiviso in diversi circuiti, ciò per evitare pericoli e ridurre inconvenienti in caso di guasto; per facilitare le ispezioni, le prove e la manutenzione in condizioni di sicurezza; inoltre per tenere conto dei pericoli che potrebbero derivare da un guasto di un singolo circuito, come per es. un circuito di illuminazione.

Ciò è indicato negli schemi relativi.

Gli apparati di progetto in campo sostituiscono quasi integralmente gli esistenti in quanto obsoleti, tali quadri di distribuzione in bassa tensione sono i seguenti e nomenclati in base al fabbricato di appartenenza:

*F1 [ FABBRICATO 1 ] - CABINE, CENTRALI TECNOLOGICHE, SPOGLIATOI:*

- QF101 --- ARMADIO FABBRICATO 1 GENERALE IMPIANTI AMTAB
- QF102 --- ARMADIO CORPO SPOGLIATOI
- QF103 --- ARMADIO CORPO LOCALI CALDAIE

*F2 [ FABBRICATO 2 ] - OFFICINE*

- QF201 --- ARMADIO GEN. FABBRICATO 2 OFFICINE
- QF202 --- ARMADIO ALA SUD OFFICINE MECCANICHE
- QF203 --- QUADRO ALA NORD OFFICINE ELETTRICHE
- QF204 --- QUADRO ALA NORD CARROZZERIA
- QF205 --- QUADRO UFFICI SUD
- QF206 --- QUADRO MAGAZZINO NORD

*F3 [ FABBRICATO 3 ] - UFFICI, SERVIZI SOCIALI*

- QF301 --- ARMADIO GEN. FABBRICATO 3 UFFICI, SERVIZI SOCIALI
- QF302 --- QUADRO ASCENSORE 1
- QF303 --- QUADRO ASCENSORE 2
- QF304 --- ARMADIO CENTRALE CONDIZIONAMENTO
- QF305 --- QUADRO IMPIANTI P. INTERRATO
- QF306 --- QUADRO ARCHIVIO
- QF307 --- QUADRO ASCENSORI BLOCCO CRAL
- QF308 --- QUADRO OFFICINA
- QF309 --- QUADRO BLOCCO AUTOCLAVE
- QF311 --- ARMADIO IMPIANTI P.T. UFFICI
- QF312 --- QUADRO P.T. ALA ALTA – TECNICI
- QF313 --- QUADRO BLOCCO CRAL
- QF314 --- QUADRO SALA CONFERENZE, BAR

- QF315 --- QUADRO PORTINERIA PARCHEGGI
- QF321 --- ARMADIO IMPIANTI P.1. UFFICI
- QF331 --- ARMADIO IMPIANTI P.2. UFFICI

## **7. RELAZIONE TECNICA SULLA CONSISTENZA E TIPOLOGIA DELL'IMPIANTO ELETTRICO E TRASMISSIONE DATI**

### **Criteri generali di progettazione**

Il caso in esame è rappresentato da un impianto elettrico MT e BT, alimentato in linea TN. La relazione numerica separata riporta i dati più significativi dei parametri oggetto del calcolo, in particolare di seguito sono indicati parametri e tipologia di calcolo con riferimento a condizioni non dettagliatamente oggetto del progetto.

In seguito all'incarico di esecutore del progetto definitivo ed esecutivo ed al fine di valutare lo stato dei luoghi si sono eseguiti diversi sopralluoghi presso i siti oggetto del presente progetto definitivo verificando lo stato di consistenza degli impianti, il loro stato di degrado ed il loro livello di conformità alle normative vigenti.

La proprietà AMTAB è formata da un ampio parcheggio, una officina dove avvengono le riparazioni degli autobus, un edificio adibito ai servizi tecnologici a vari corpi, questi sono lo spogliatoio degli operatori, la centrale idrica, la centrale tecnologica, la cabina Enel Amtab, vano gruppo elettrogeno ed il fabbricato uffici destinato per le attività amministrative.

**Allo stato di fatto** la distribuzione elettrica è formata da una parte in Media Tensione ed una Parte in Bassa Tensione. Tre cabine di trasformazione MT/BT alimentano distintamente i 3 fabbricati in seguito indicati nel progetto: fabbricato 1 corpo servizi tecnologici, fabbricato 2 officina, fabbricato 3 corpo uffici.

Le 3 cabine MT/BT sono collegate ad anello per garantire maggiormente la continuità del servizio elettrico attraverso un percorso in MT in cavo interrato.

Il fornitore "Enel" dispone di un vano interrato con i propri sezionatori, quindi una terna in uscita alimenta i sezionatori posti nel vano MT utente posto nel blocco servizi tecnologici. L'anello a terna MT alimenta le tre cabine, il cablaggio è interrato ed attraversa planimetricamente tutta l'area AMTAB.

La lettura in MT avviene in un vano del corpo servizi tecnologici.

L'impianto elettrico in BT in tutti gli ambienti risulta in forte deperimento sia per ciò che concerne le linee interne ai controsoffitti degli uffici, sia per quelle a vista presenti

nell'officina e corpo servizi tecnologici

L'impianto di illuminazione è obsoleto in tutti i corpi di fabbrica.

La proposta progettuale è la seguente ed è in linea con la proposta migliorativa della relazione metodologica.

Dall'analisi dei consumi si evince che i vari gestori dell'energia di cui AMTAB è servita, essi sono Edison, Hera, Enel Energia.

Il consumo medio mensile con una potenza impegnata di 506KW circa è di 80.000KWh che concentrato per ipotesi nelle fasce orarie F1 ed F2 riduce la media oraria a  $80000/30/16 = 165$  KW circa a pieno carico.

Tale potenza a pieno carico con un pessimo fattore di potenza (cosfi 0.60) non ha necessità di tre stazioni di sezionamento di media tensione ed un numero considerevole di trasformatori di media tensione.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova cabina MT prefabbricata posizionata all'esterno, così facendo si evita il tracciato delle terne MT all'interno dell'area.

Alcuni componenti MT, specie quelli di più recente manutenzione, saranno traslocate (dopo prevista manutenzione ABB) nel nuovo comparto MT utente, questi sezionano in SF6 due nuovi trasformatori da 630kVA.

Tutto l'impianto in bassa tensione sarà riqualificato e sostituito con nuovi apparati a partire dal power center in cabina vano MT, sino alla più semplice derivazione in tutti i corpi di fabbrica. Oltre un nuovo Gruppo Elettrogeno da 137kVA ed un nuovo UPS da 30kVA.

Gli unici armadi elettrici di recente costruzione, saranno mantenuti sono nel blocco officina, questi armadi ridenominati QF201 e QF202 saranno ampliati ed adattati al nuovo unifilare.

## **RIMOZIONI E DEMOLIZIONI**

Si dovrà provvedere a scollegare le varie zone ed i vari locali oggetto dei lavori, a tal proposito saranno realizzate eventuali condutture provvisorie per l'alimentazione di locali e/o apparecchiature che devono rimanere attive anche durante i lavori, con messa in sicurezza delle parti di impianto che rimarranno funzionanti.

Nel progetto è previsto un gruppo elettrogeno che sarà attivato subito come generatore di cantiere al servizio di quei corpi oggetto dei lavori e distaccati dalla rete.

In tutti i locali dovranno quindi essere rimossi l'impianto elettrico (canalizzazioni, fili, tubi, scatole da frutto, scatole di derivazione, ecc.), l'impianto telefonico (prese, borchie, scatole di derivazione, cavi fino al permutatore nel locale centrale telefonica), e l'impianto di trasmissione dati (prese, scatole di derivazione, scatole da frutto, tubazioni, canalette, cavi

UTP, cavi FTP, cavi coassiali, cavi twinax, ecc.).

Tutti i cavi (elettrici, telefonici, FTP, UTP, coassiali, biassiali, ethernet, ecc.) dovranno essere sfilati per l'intera lunghezza senza lasciare spezzoni o parti di impianto all'interno delle canalizzazioni, dei pavimenti o dei controsoffitti.

Tutti i materiali di risulta dovranno essere smaltiti in un'area che sarà individuata nella fase di progetto esecutivo.

Alcuni componenti che saranno indicati dalla D.L. dovranno essere trasportati e messi a deposito nei luoghi che verranno indicati per un eventuale riutilizzo.

**Tutte le canalizzazioni installate** (sia metalliche che in PVC) dovranno essere dotate dei pezzi speciali necessari per consentire qualsiasi variazione di percorso e derivazione (curve, discese, riduzioni, derivazioni, ecc.) e non potranno pertanto essere eseguiti collegamenti artigianali tra i vari componenti.

Il collegamento tra condutture principali (canali metallici) e secondarie avverrà mediante scatole di derivazione IP 55 installate nel controsoffitto e guaine IP 55 (con superficie interna liscia) e relativi manicotti di fissaggio.

Ogni tipo di impianto (elettrico, dati, ecc.) dovrà essere dotato di proprie scatole di derivazione e non potranno essere presenti scatole contenenti impianti di diversa tipologia. Sui coperchi di ogni scatola dovrà essere apposta una etichetta adesiva indelebile che indichi i circuiti nella stessa contenuti. Le scatole di derivazione da incasso, potranno essere ad uno o più scomparti e dovranno essere dotate di idonei setti di separazione per la completa indipendenza dei circuiti presenti.

Le reti di distribuzione dei singoli impianti dovranno essere dimensionate e realizzate in modo tale da prevedere un margine di scorta di almeno il 20% sia per quanto riguarda le tubazioni disponibili, sia per quanto riguarda i contenitori e le scatole di derivazione e di transito. Tutti i cavi dovranno risultare perfettamente sfilabili e rinfilabili senza che gli stessi subiscano danneggiamenti o deterioramenti.

**Le condutture e canalizzazioni** secondarie saranno essenzialmente costituite da tubi corrugati e guaine in PVC con superficie interna liscia che collegheranno le scatole di derivazione principali con i singoli punti utenza degli impianti elettrico, di cablaggio strutturato e d'allarme. Tali condutture saranno presumibilmente posate nel pavimento sopra elevato, nel controsoffitto, incassate nelle pareti in cartongesso e nelle pareti in muratura, e dovranno avere diametro minimo di 25 mm per quanto riguarda l'impianto di cablaggio strutturato e 20mm per impianto elettrico e d'allarme. Si ritiene comunque preferibile, ove vi siano da posare più di 4 conduttori, utilizzare tubazioni con diametro

minimo di 25 mm anche per gli impianti elettrici e d'allarme.

Per quanto riguarda l'impianto di cablaggio strutturato, si evidenzia che, in ogni caso, dovrà essere prevista almeno una tubazione con diametro 25 mm. ogni due cavi dati.

Per il collegamento tra canalizzazioni principali e secondarie dovrà essere sempre prevista la posa di un adeguato numero di tubi di scorta che dovranno rimanere vuoti a disposizione per futuri utilizzi.

In corrispondenza di ogni locale o gruppo di locali saranno installate due scatole di derivazione, di adeguate dimensioni, per gli impianti elettrici e dati. Da tali scatole avranno origine le condutture secondarie (tubi corrugati, tubi rigidi, guaine, ecc.) per il collegamento dei punti utenza interni ai locali alimentati.

Questo criterio anche se con tecniche diverse sarà attuabile in tutti i fabbricati.

Nei tratti in cui risultasse difficoltosa o inadatta la posa di tubazioni incassate, si potrà eventualmente richiedere l'installazione di canalina a battiscopa e/o cornice in plastica bianca a tre o cinque scomparti completa di tutti i relativi accessori e le relative scatole da frutto a tre o quattro posti.

### **IMPIANTO FM UFFICI**

Le linee di alimentazione dei circuiti FM degli uffici, avranno origine dal nuovo quadro elettrico di piano, saranno realizzate in cavo FG16O-M16 e attraverso le canalizzazioni di dorsale raggiungeranno le cassette di derivazione IP55 posizionate nel controsoffitto o incassate nelle pareti divisorie, in prossimità dei vari locali.

Da tali cassette avrà origine l'impianto FM delle singole stanze o zone che sarà realizzato mediante cavi unipolari senza guaina EPR o cavo multipolare con guaina per percorsi particolari e/o attraversamenti.

I punti utenza elettrici saranno costituiti da scatole da frutto a tre posti equipaggiate con prese UNEL 10-16A universale abbinata a due prese bipasso 10-16A. Tutti i frutti utilizzati dovranno essere della stessa marca e tipo dei frutti.

Negli spazi comuni saranno previste prese di servizio costituite da una scatola da frutto contenente una presa UNEL universale ed una presa bipasso; saranno inoltre installate prese CEE interbloccate da 16A per consentire l'utilizzazione di macchine ed attrezzature con prese industriali.

Tali prese saranno distinte per colore in base alla provenienza: se da UPS o da Normale.

Le linee di alimentazione dei circuiti LUCE degli uffici saranno realizzate con le stesse modalità descritte per i circuiti FM.

I locali Archivio/Deposito che saranno realizzati al piano interrato della sede devono



essere considerati "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali" ed i relativi impianti dovranno essere realizzati in conformità alla norma CEI 64-8/7.

## **IMPIANTO DI CABLAGGIO STRUTTURATO**

In tutta la sede è presente un impianto di cablaggio strutturato del tipo FTP cat. 5.

L'impianto è organizzato con armadi concentratori posizionati in varie parti del fabbricato officina e collegati al CED (2° piano) da cui si dipartono i collegamenti primari in rame verso gli armadi di piano, nonché collegamenti diretti in fibra ottica realizzati in cavo multimodale 62,5/125 OM1 con guaina tipo LSZH. Vi sono inoltre dei collegamenti in rame, di interconnessione tra armadi di piani contigui.

Ai vari armadi di zona e di piano sono attestati, su pannelli dotati di prese RJ45, tutti i punti utenza.

Su ogni armadio sono inoltre presenti delle strisce di permutazione fonia direttamente collegate al permutatore principale della centrale telefonica che si trova al piano terra nella hall dell'edificio.

In ogni armadio sono presenti gli apparati attivi per il collegamento alla rete Ethernet delle utenze dei singoli piani.

### **Armadio cablaggio strutturato CED**

È prevista la revisione e sistemazione armadio concentratore dell'impianto cablaggio strutturato del CED. In particolare i lavori consisteranno in:

Sfilaggio e riordino di tutti i cavi ed i collegamenti di tutte le utenze-stanze;

Sistemazione e spostamento dei concentratori nelle ali estreme del fabbricato uffici ed ad ogni piano, una condotta verticale ottenuta dalla foratura dei solai di piano interconetterà i tre piani.

Saranno spostati tutte le apparecchiature elettroniche presenti nei vari settori del fabbricato (hub, switch, ecc.) con ri-attestazione di tutti i punti utenza;

integrazione e sistemazione delle permutazioni fonia e dati presenti all'interno dell'armadio con eventuale riposizionamento e/o integrazione di passa cavi e quanto altro necessario, ri-attestazione e fascettatura di tutte le patch-cord di permutazione per una disposizione ordinata e funzionale delle stesse;

Le apparecchiature presenti in campo sono sufficienti per il riordino della rete trasmissione dati ethernet, il progetto prevede la sola ridefinizione dei luoghi server ed il ri-cablaggio.

Al termine dei lavori si procederà al collaudo ed alla certificazione dell'intero impianto

realizzato, ed alla redazione dello schema planimetrico con l'indicazione della posizione di tutte le prese e di tutti gli ulteriori componenti principali dell'impianto presenti. Sarà inoltre predisposta una tabella identificativa con l'indicazione delle varie permutazioni eseguite nell'armadio che sarà applicata in apposito contenitore trasparente su gancio adesivo da fornire e posizionare a cura della Ditta Appaltatrice su un fianco dell'armadio.

### **Armadio cablaggio strutturato ai piani**

Gli armadi concentratori ai piani saranno adattati, rivisti e sistemati in collaborazione con i responsabili del CED.

Tutte le zone oggetto dei lavori avranno nuovi punti utenza i cui cavi dovranno essere portati all'armadio concentratore di piano.

L'armadio concentratore di piano dovrà essere quindi sistemato sfilando i vecchi cavi e riposizionando tutte le prese RJ45 sui pannelli secondo una nuova numerazione crescente che sarà definita e pianificata in accordo con il CED e la D.L.

Si dovrà anche procedere al riordino delle apparecchiature elettroniche presenti all'interno dell'armadio (hub, switch, ecc.) con ri-attestazione di tutti i punti utenza.

Su tutti i corridoi del corpo uffici ai tre livelli è prevista la realizzazione di **nuovi controsoffitti** in quadroni di fibra minerale (dim. 600x600mm) tipo knauf, che sostituiranno anche le doghe metalliche attualmente esistenti. Il nuovo controsoffitto sarà limitato alle sole porzioni ove insisterà la nuova passerella a filo.

Tale passerella a sezione variabile da 100 a 400 mm servirà distintamente da supporto sia per la distribuzione degli impianti elettrici e dati. Sui corridoi saranno posati corpi illuminanti da incasso nel controsoffitto a luce diretta/indiretta.

Nel nuovo controsoffitto saranno installate moderne plafoniere a led modulari.

Lo stesso profilo illuminotecnico a led sarà esteso a tutte le superfici AMTAB, dagli uffici, ai spogliatoi, corpo servizi, officina ed esterni, fatta eccezione delle armature su palo già recentemente aggiornate.

**I nuovi corpi illuminanti** saranno ad alta efficienza e dotati di gruppi ottici ad elevato rendimento, in accordo a quanto disposto dalle più recenti modifiche della norma UNI 10439.

Il progetto prevede inoltre lo smantellamento differenziato degli apparati in campo, settore MT (armadi e trasformatori in olio), quadri in BT, cablaggi, armature illuminanti, controsoffitti, etc.

Tali materiali saranno accantonati e quindi conferiti in centro specializzato.

### **Descrizione e classificazione dei luoghi d'installazione**

Come già descritto in premessa l'area comprende tre immobili collegati tra loro e così descritti:

F1 [ FABBRICATO 1 ] - CABINE, CENTRALI TECNOLOGICHE, SPOGLIATOI

F2 [ FABBRICATO 2 ] - OFFICINE

F3 [ FABBRICATO 3 ] - UFFICI, SERVIZI SOCIALI

La zona centrali tecnologiche è accessibile dall'esterno attraverso una scala che porta al livello interrato in cui si accede attraverso un area a cielo aperto nei vani tecnici. La palazzina uffici è formata da un piano interrato in cui vi è un'autorimessa aperta e dei vani deposito, un piano terra, un piano primo ed un piano secondo in cui oltre agli uffici vi è la presenza del Circolo Ricreativo Dipendenti.

Il fabbricato officina è in uno stabilimento prefabbricato di estensione di circa 1200 mq alto circa 10 m.

Sono presenti diverse attività elencate nell'allegato I del DPR 151/2011 e pertanto i luoghi di lavoro si presentano come a maggior rischio in caso di incendio;

I luoghi di installazione dell'impianto elettrico sono pertanto da considerarsi a maggior rischio elettrico.

### ***Caratteristiche generali***

L'uso per cui l'impianto è destinato è di distribuzione ed installazione elettrica.

Nessuna influenza esterna di cui rif. CEI 75-9 e CEI 75-10 nelle quali vengono fornite le indicazioni sul valore dei parametri da scegliere, relativamente alle condizioni ambientali (Sostanze corrosive, flora, fauna, urti, vibrazioni, effetti sismici, irraggiamento solare).

Definite le compatibilità dei suoi componenti elettrici in relazione a:

- sovratensioni transitorie;
- carichi fluttuanti rapidamente;
- correnti di spunto;
- correnti armoniche;
- componenti continue;
- oscillazioni in alta frequenza;
- correnti di dispersione verso terra;
- necessità di collegamenti addizionali verso terra.

Definite le condizioni per la sua manutenzione.

Queste caratteristiche sono prese in considerazione nella scelta delle misure di protezione ai fini della sicurezza e della scelta e dell'installazione dei componenti elettrici.

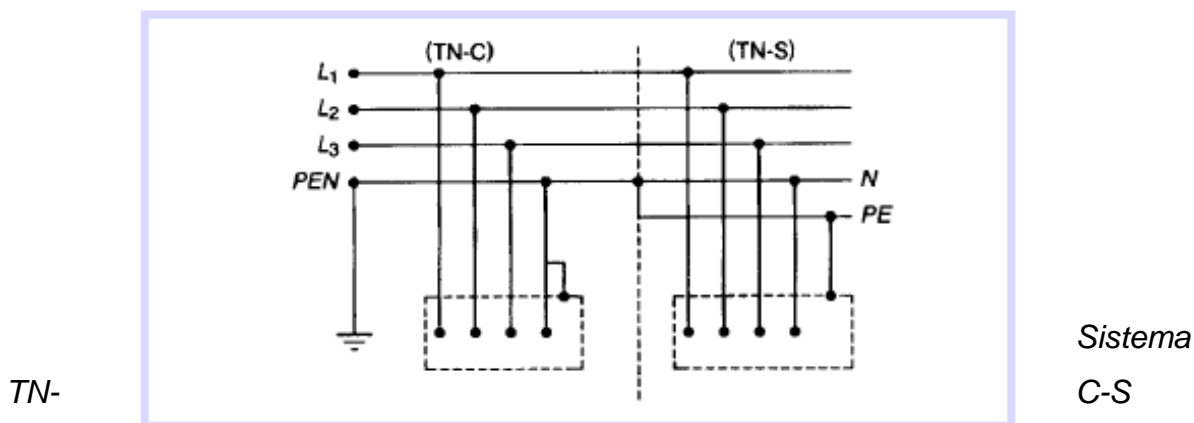
## Alimentazione e struttura

Gli impianti elettrici BT di utenze alimentate in media tensione con propria cabina di trasformazione sono generalmente di tipo TN. Tipici della media industria e dei complessi di edifici commerciali e/o residenziali, devono essere coordinati in conformità alle prescrizioni normative previste per i sistemi TN dalla Norma CEI 11-1 e dalla Norma CEI 64-8

Salvo casi particolari, sono generalmente soddisfatte le condizioni previste nel paragrafo 9.4 della norma CEI 11-1 per cui è possibile realizzare un impianto di terra unico per l'alimentazione MT, per la distribuzione BT e per la messa a terra del neutro.

Il dimensionamento dell'impianto di terra avviene sulla base delle informazioni dell'Ente distributore dell'energia elettrica, riguardanti:

- valore della corrente di guasto a terra (definita  $I_g$  nella Norma CEI 11-8 (Abrogata) e definita  $I_F$  nella Norma CEI 11-1 che nei sistemi con neutro isolato è data dalla corrente capacitiva di guasto a terra
- tempo di intervento dei dispositivi di protezione dell'Ente distributore;
- impedenza equivalente degli impianti di terra che risulteranno collegati all'impianto da realizzare.

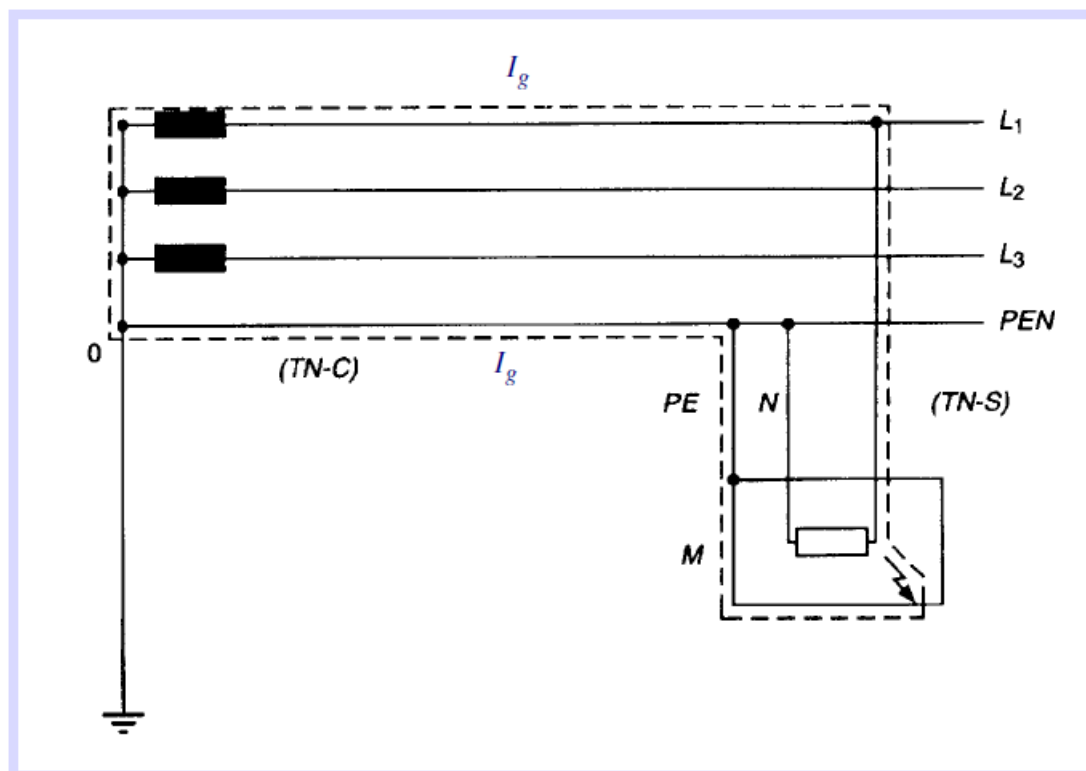


La scelta del tipo TN-C o TN-S sarà eseguita a completamento dell'impianto.

TN-C: masse collegate direttamente al neutro;

TN-S: masse collegate al neutro tramite il conduttore di protezione;

TN-C-S: masse collegate direttamente al neutro in una parte dell'impianto e tramite conduttore di protezione in un'altra parte.



*Anello di guasto di un sistema TN*

L'alimentazione dei servizi di sicurezza e di riserva è fornita nell'unico uso di illuminazione di emergenza dai dispositivi autonomi accorpati negli apparecchi illuminanti, che nello specifico ha la tipologia di lampade movibili e da trasporto.

### **Protezione contro i contatti diretti ed indiretti**

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dai quadri plastici IP 65 di cui sono attrezzati i principali punti di manovra e sezionamento; il grado di protezione IP 4X assicura tutti gli interruttori sezionatori ed altre parti non proprio soggette a spruzzi d'acqua ed urti importanti.

Le parti attive quali condutture in rame dispongono dell'isolamento assicurato dalla rispondenza alle norme indicate in precedenza sui cavi.

Non si ritiene di adottare ulteriori misure preventive di protezione dai contatti diretti.

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dall'interruzione automatica dell'alimentazione mediante interruttori magnetotermici differenziali.

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

## **Messa a terra**

Le masse sono collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.

Le masse simultaneamente accessibili sono collegate allo stesso impianto di terra.

Nell' edificio il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra ed eventuali masse estranee, quali telai in acciaio dei soppalchi, tubazione in acciaio, ed altre sono connesse al collegamento equipotenziale principale.

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

È soddisfatta la condizione soprascritta dove:

R è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I<sub>a</sub> è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I<sub>a</sub> è la corrente nominale differenziale IDn.

Per ragioni di selettività, si possono usare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I<sub>a</sub> deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5s, oppure un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I<sub>a</sub> deve essere la corrente che ne provoca lo scatto istantaneo.

## **Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente**

Questa misura è destinata ad impedire il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale.

La protezione deve essere assicurata con l'uso di componenti elettrici che siano stati sottoposti alle prove di tipo e siano contrassegnati in accordo con le relative norme.

- componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di Classe II);
- quadri prefabbricati aventi un isolamento completo (Norma CEI 17-13/1);

## Prescrizioni per l'installazione dei quadri

L'involucro isolante non deve essere attraversato da parti conduttrici suscettibili di propagare un potenziale.

L'involucro isolante non deve avere viti in materiale isolante la cui sostituzione con viti metalliche potrebbe compromettere l'isolamento offerto dall'involucro.

Quando è necessario che l'involucro isolante sia attraversato da giunzioni o connessioni meccaniche queste devono essere disposte in modo tale che la protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto non risulti compromessa.

Se l'involucro isolante è provvisto di porte o coperchi che possono essere aperti senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, tutte le parti conduttrici, che sono accessibili quando una porta od un coperchio sia aperto, devono trovarsi dietro una barriera isolante con un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti; questa barriera isolante deve poter essere rimossa solo con l'uso di un attrezzo o di una chiave.

Le parti conduttrici racchiuse nell'involucro isolante non devono essere collegate ad un conduttore di protezione.

Si possono tuttavia prendere provvedimenti per collegare i conduttori di protezione che debbono attraversare l'involucro per collegare altri componenti elettrici il cui circuito di alimentazione passi pure attraverso l'involucro.

All'interno dello stesso involucro, tali conduttori ed i loro morsetti devono essere isolati come se fossero parti attive ed i loro morsetti devono essere contrassegnati in modo appropriato.

Le parti conduttrici accessibili e le parti intermedie non devono essere collegate ad un conduttore di protezione a meno che ciò sia previsto nelle prescrizioni di costruzione del relativo componente elettrico.

## ***Protezione delle condutture contro le sovracorrenti***

I dispositivi di protezione da installare devono essere in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi sono installati.

Tali dispositivi di protezione possono essere:

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

### ***Protezione delle condutture contro i sovraccarichi***

I dispositivi da installare hanno caratteristica di funzionamento generalmente a tempo inverso, il cui potere di interruzione può essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui essi sono installati.

Essi devono essere in grado di interrompere ogni corrente di cortocircuito inferiore od uguale alla corrente di cortocircuito presunta.

Tali dispositivi possono essere:

- interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente;
- fusibili, di tipo gG od aM.

### ***Caratteristiche dei dispositivi di protezione***

Le caratteristiche tempo/corrente dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere in accordo con quelle specificate nelle Norme CEI relative ad interruttori automatici ed a fusibili di potenza.

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture.

### ***Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione***

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$1) IB \leq IN \leq Iz$$

$$2) If \leq 1,45.Iz$$

dove:

IB = corrente di impiego del circuito;

Iz = portata in regime permanente della conduttura;

IN = corrente nominale del dispositivo di protezione;

If = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Protezione contro i sovraccarichi di conduttori in parallelo

Quando lo stesso dispositivo di protezione protegge diversi conduttori in parallelo, si assume per Iz la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione tuttavia che i conduttori siano disposti in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.



## Determinazione delle correnti di cortocircuito presunte

Le correnti di cortocircuito presunte devono essere determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto.

Questa determinazione può essere effettuata sia con calcoli sia con misure.

### Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

$$1) IB \leq IN$$

$$2) (I_{2t}) \leq K^2 S^2$$

Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo  $t$  necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione:

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

dove:

$t$  = durata in secondi;

$S$  = sezione in  $\text{mm}^2$ ;

$I$  = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

$K = 115$  per i conduttori in rame isolati con PVC;

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ , per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

1 Per durate molto brevi ( $< 0,1\text{ s}$ ) dove l'asimmetria della corrente è notevole e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente,  $K^2 S^2$  deve essere superiore al valore dell'energia ( $I^2 t$ ) indicata dal costruttore del dispositivo di protezione come quella lasciata passare da questo dispositivo).

2 Altri valori di  $k$  sono allo studio per:

- conduttori di piccola sezione (in particolare per sezioni inferiori a  $10\text{ mm}^2$ );
- durate del cortocircuito superiori a 5 s;
- altri tipi di giunzioni tra conduttori;
- conduttori nudi;
- cavi con isolamento minerale.

3 La corrente nominale del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti può essere superiore alla portata dei conduttori del circuito.

### **Protezione contro i cortocircuiti di conduttori in parallelo**

Un unico dispositivo può proteggere contro i cortocircuiti più conduttori in parallelo, a condizione che le caratteristiche di funzionamento del dispositivo ed il modo di posa dei conduttori in parallelo

siano coordinati in modo appropriato.

Se il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi ha un potere di interruzione non

inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti  
Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate in modo tale che l'energia ( $I^2t$ ) lasciata passare dal dispositivo di protezione contro i cortocircuiti non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

I conduttori non necessitano di protezione contro le correnti di sovraccarico e di cortocircuito se sono alimentati da una sorgente che non sia in grado di fornire una corrente superiore alla portata dei conduttori.

### ***Circuiti di comando (circuiti ausiliari)***

I circuiti di comando sono progettati, disposti e protetti in modo da limitare i pericoli derivanti da un guasto tra il circuito di comando ed altre parti conduttrici che possa causare un cattivo funzionamento (per es. manovre intempestive) dell'apparecchio comandato.

### ***Posizione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti***

Un dispositivo che assicuri la protezione contro i cortocircuiti deve essere posto nel punto in cui una riduzione della sezione dei conduttori od un'altra variazione dia luogo a una riduzione del coefficiente K.

Il tratto di conduttura tra il punto di riduzione della sezione, o di un'altra variazione, e la posizione del dispositivo di protezione soddisfa contemporaneamente le quattro condizioni seguenti:

- la sua lunghezza non supera 3 m;
- è realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- non è posto vicino a materiale combustibile;
- non è posto in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione.

Omissione dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

È ammesso non prevedere dispositivi di protezione contro i cortocircuiti per:

- le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione, quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri;

- i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati, quali quelli citati in 473.1.4;
- alcuni circuiti di misura;

a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due condizioni seguenti:

- la condotta sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- la condotta non sia posta in vicinanza di materiali combustibili.

La rilevazione delle sovracorrenti deve essere prevista per tutti i conduttori di fase; essa deve provocare l'interruzione del conduttore nel quale la sovracorrente è rilevata, ma non necessariamente l'interruzione di altri conduttori attivi.

Nel sistema TT tuttavia, per i circuiti alimentati tra le fasi e nei quali il conduttore di neutro non sia distribuito, la rilevazione delle sovracorrenti può non essere prevista su uno dei conduttori di fase, a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni:

- esista, nello stesso circuito o a monte, una protezione differenziale destinata a provocare l'interruzione di tutti i conduttori di fase;
- il conduttore di neutro non sia distribuito da un punto neutro artificiale ricavato sui circuiti situati a valle del dispositivo di protezione differenziale sopra citato in a).

### **Sistemi TT - TN**

a) Quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore.

b) Quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

c) Non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito; e la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

## Interruzione del conduttore di neutro

Quando sia richiesta l'interruzione del conduttore di neutro, l'interruzione e la chiusura devono essere tali che il conduttore di neutro non debba essere interrotto prima del conduttore di fase e che lo stesso conduttore debba essere chiuso sostanzialmente nello stesso momento o prima del conduttore di fase.

Scelta delle misure di protezione contro i contatti indiretti

Tempi di interruzione massimi:

$$Ra \cdot I_a \leq 25$$

Ra è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

Ia è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

## **Scelta ed installazione dei componenti elettrici**

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

Ogni componente elettrico scelto deve essere conforme alle prescrizioni di sicurezza delle Norme CEI che lo riguardano.

I componenti elettrici devono essere adatti alla tensione nominale (valore efficace in c.a.) di alimentazione dell'impianto.

I componenti elettrici devono essere scelti tenendo conto della corrente (valore efficace in c.a.) che li percorre nell'esercizio ordinario.

I componenti elettrici devono essere anche in grado di sopportare le correnti che li possono attraversare in condizioni di esercizio non ordinario per periodi di tempo determinati dalle caratteristiche dei dispositivi di protezione.

Se la frequenza ha influenza sulle caratteristiche dei componenti elettrici, la frequenza nominale di tali componenti elettrici deve corrispondere alla frequenza della corrente nel circuito corrispondente.

I componenti elettrici scelti in base alle loro caratteristiche di potenza devono essere adatti alle condizioni ordinarie di servizio, tenendo conto dei coefficienti di utilizzazione.

A meno che non siano adottate opportune precauzioni durante la messa in opera, tutti i componenti elettrici devono essere scelti in modo da non causare effetti dannosi agli altri componenti elettrici, né all'alimentazione durante il servizio ordinario, comprendendo in questo anche le manovre.

I componenti elettrici devono essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne alle quali essi possono essere sottoposti, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza.

Tutti i componenti elettrici, comprese le condutture elettriche, devono essere disposti in modo da facilitare la loro manovra, la loro ispezione, la loro manutenzione e l'accesso alle loro connessioni.

Tali possibilità non devono essere ridotte in modo significativo a causa del montaggio dei componenti elettrici in involucri od in compartimenti.

Devono essere fornite targhe od altri mezzi appropriati di identificazione per indicare la funzione degli apparecchi di manovra e di protezione, a meno che non ci sia possibilità di confusione.

Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.

I conduttori di neutro e di protezione, se separati, devono essere in accordo con la Norma CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".

I conduttori usati 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.
- blu chiaro su tutta la loro lunghezza.





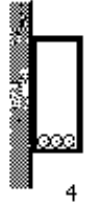



In genere devono essere forniti schemi, diagrammi o tabelle, in accordo con la Norma CEI 3-32 "Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici", che indichino in particolare:

- il tipo e la composizione dei circuiti (punti di utilizzazione, numero e sezione dei conduttori, tipo di condutture elettriche);
- le caratteristiche necessarie all'identificazione dei dispositivi che svolgono la funzione di protezione, di sezionamento e di comando e la loro dislocazione.

I componenti elettrici devono essere scelti ed installati in modo da evitare qualsiasi influenza dannosa tra l'impianto elettrico e gli impianti non elettrici.

I componenti elettrici non provvisti di una piastra di appoggio posteriore non devono essere installati su superfici di un edificio a meno che non siano soddisfatte le seguenti prescrizioni:

- sia impedita la propagazione del potenziale alle superfici dell'edificio;
- sia prevista una segregazione contro l'incendio fra il componente elettrico e le eventuali superfici combustibili dell'edificio.

Esempio	Descrizione	Rif.
 Vano	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti	1
 Vano	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti	2
 3	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3
 3A	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3A
 4	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4
 4A	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4A
	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura	5
	Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura	5A

Quando i componenti elettrici percorsi da correnti di tipo diverso o di tensione diversa sono raggruppati in uno stesso assieme (quale un quadro, un armadio, un banco di comando od una cassetta), tutti i componenti elettrici che appartengono ad uno stesso tipo di corrente o ad una stessa tensione devono essere separati in modo efficace quando questo sia necessario per evitare un'influenza reciproca dannosa.

### **Posa dei conduttori e condutture**

È permesso posare diversi circuiti nella stessa conduttura, a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata presente.

Le condutture devono essere scelte e messe in opera in modo da rendere minimi i danni causati dall'ingresso di corpi solidi. Ciò si ottiene in genere quando ogni elemento della conduttura, dopo la messa in opera, risulti conforme al grado di protezione IP necessario per il luogo nel quale esso sia installato.

Nei luoghi in cui la polvere sia presente in quantità significativa si devono prendere precauzioni supplementari per impedire l'accumulo di polvere o di altre sostanze in quantità tali da potere influenzare in modo negativo la dissipazione del calore delle condutture.

Le condutture devono essere scelte e messe in opera in modo tale da rendere minimi i danni provocati da sollecitazioni meccaniche, per es. da urti o schiacciamenti, durante la posa, l'uso e la manutenzione.

Le condutture devono essere scelte e messe in opera in modo da impedire, durante la messa in opera, l'uso o la manutenzione, danneggiamenti alle guaine, agli isolamenti dei cavi ed alle loro terminazioni.

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori devono essere tali da permettere di tirare i cavi dopo la messa in opera di questi tubi protettivi e relativi accessori.

I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori ed i cavi non ne risultino danneggiati.

Le condutture nelle quali i cavi debbano venire tirati devono avere mezzi di accesso adeguati per permettere questa operazione.

Le condutture incassate nei pavimenti devono essere sufficientemente protette per impedirne danneggiamenti.

Le condutture che siano fissate all'interno di pareti in modo rigido devono essere orizzontali o verticali o parallele agli spigoli delle pareti.

Le condutture che non siano fissate in modo rigido all'interno di pareti possono seguire il percorso che sia in pratica più corto.

Le condutture nei soffitti o nei pavimenti possono seguire il percorso che sia in pratica più corto.

Si raccomanda di prevedere la sfilabilità dei cavi; a tal fine si consiglia che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Per i canali e le passerelle a sezione diversa dalla circolare si consiglia che il rapporto tra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi non sia inferiore a 2.

I supporti dei cavi e gli involucri non devono avere spigoli taglienti.

Numero di conduttori sotto carico in un circuito



Il numero dei conduttori da considerare in un circuito è quello dei conduttori che portano effettivamente la corrente di carico. Quando si può supporre che in circuiti polifase i conduttori portino correnti equilibrate, non è necessario prendere in considerazione il corrispondente conduttore di neutro.

Quando il conduttore di neutro porta una corrente senza che si abbia una corrispondente riduzione nel carico dei conduttori di fase, il conduttore di neutro deve essere preso in considerazione nella determinazione del numero dei conduttori sotto carico.

I conduttori utilizzati solo come conduttori di protezione non devono essere tenuti in conto. I conduttori PEN devono essere considerati allo stesso modo dei conduttori di neutro.

### ***Conduttori in parallelo***

Quando due o più conduttori sono collegati in parallelo sulla stessa fase o sulla stessa polarità, ci si deve assicurare che la corrente si ripartisca in modo sostanzialmente uguale tra di essi.

Questa prescrizione è considerata soddisfatta se i conduttori in parallelo sono costituiti dallo stesso materiale, hanno la stessa sezione, hanno approssimativamente la stessa lunghezza, non hanno circuiti in derivazione lungo il loro percorso e fanno parte dello stesso cavo multipolare oppure sono cavi unipolari disposti a spirale.

Variazione delle condizioni di messa in opera lungo il percorso

Quando i conduttori ed i cavi sono posti in opera lungo un percorso le cui condizioni di dissipazione termica variano, le loro portate devono essere determinate in funzione della parte del percorso che presenta le condizioni più severe.

Se tuttavia per ragioni di protezione meccanica un cavo posato su pareti viene fatto passare entro un tratto di tubo protettivo o di canale di limitata lunghezza, non è necessario ridurre la portata a condizione che questo tratto di tubo protettivo o di canale non sia incassato.

### ***Sezioni dei conduttori***

La sezione dei conduttori di fase nei circuiti a c. a. e dei conduttori attivi nei circuiti a c.c. non deve essere inferiore ai valori dati nella Tabella 52E.

**Tab. 52E Sezioni minime dei conduttori**

Tipo di conduttura	Uso del circuito	Conduttore	
		Materiale	Sezione (mm <sup>2</sup> )
Condutture fisse	Cavi	Circuiti di potenza	Cu Al 1,5 16 (Nota 1)
		Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando	Cu 0,5 (Nota 2)
	Conduttori nudi	Circuiti di potenza	Cu Al 10 16 (Nota 4)
		Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando	Cu 4 (Nota 4)
Condutture mobili con cavi flessibili (con e senza guaina)	Per un apparecchio utilizzatore specifico	Cu	Come specificato nella corrispondente Norma CEI
	Per qualsiasi altra applicazione		0,75 (Nota 3)
	Circuiti a bassissima tensione per applicazioni speciali		0,75

(1) Si raccomanda che i mezzi di connessione usati alle estremità dei conduttori di alluminio siano provati ed approvati per questo uso specifico.  
(2) Nei circuiti di segnalazione e di comando destinati ad apparecchiature elettroniche è ammessa una sezione minima di 0,1 mm<sup>2</sup>.  
(3) Per i cavi flessibili multipolari, che contengano sette o più anime, si applica la Nota 2.  
(4) Sono allo studio prescrizioni particolari per circuiti di illuminazione a bassissima tensione.

Tabella 52E-Sezioni minime dei conduttori

L'eventuale conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti polifase (e nei circuiti monofase a tre fili) quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mmq se in rame od a 25 mmq se in alluminio.

Nei circuiti polifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> se in rame od a 25 mmq se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame od a 25 mmq se in alluminio.

### ***Caduta di tensione negli impianti utilizzatori***

La caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario

#### Connessioni elettriche

Le connessioni tra i conduttori e tra i conduttori e gli altri componenti devono assicurare una continuità elettrica duratura e presentare un'adeguata resistenza meccanica.

Le connessioni devono essere situate in involucri che forniscano una protezione meccanica adeguata.

La scelta dei mezzi di connessione deve tenere conto:

- del materiale dei conduttori e del loro isolamento;
- del numero e della forma delle anime dei conduttori;
- della sezione dei conduttori;
- del numero dei conduttori da collegare assieme.

Tutte le connessioni devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione, con l'eccezione dei seguenti casi:

- giunzioni di cavi interrati;
- giunzioni impregnate con un composto o incapsulate;
- connessioni tra le estremità fredde e gli elementi riscaldanti, per esempio, dei sistemi di riscaldamento dei soffitti e dei pavimenti.

Se necessario, si devono prendere precauzioni per evitare che la temperatura raggiunta dalle connessioni nel servizio ordinario danneggi l'isolamento dei conduttori che ad esse siano collegati o che sostengano le stesse connessioni

### ***Vicinanza a condutture di altri servizi***

I circuiti di categoria 0 e I non devono essere contenuti nelle stesse condutture, a meno che ogni cavo non sia isolato per la tensione più elevata presente o ogni anima di cavo multipolare non sia isolata per la tensione più elevata presente nel cavo.

In alternativa i cavi devono essere isolati per la tensione del loro sistema e installati in un compartimento separato di un tubo protettivo o di un canale; oppure si devono utilizzare tubi protettivi o canali separati.

Dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando

Sistemi TT

L'uso di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti per la protezione contro i contatti indiretti, è possibile in pratica solo se la resistenza del dispersore non supera  $RA = 50 / IA$ , dove IA è la corrente di intervento entro almeno 5s del dispositivo di protezione.

Dispositivi differenziali

I dispositivi differenziali devono essere scelti ed i circuiti elettrici devono essere suddivisi in modo tale che qualsiasi corrente di dispersione che possa fluire verso terra durante il funzionamento ordinario degli apparecchi alimentati non possa causare un intervento intempestivo del dispositivo differenziale.

L'uso di dispositivi differenziali associati a circuiti che non siano provvisti di conduttore di protezione non deve essere considerato come una misura di protezione sufficiente contro i contatti indiretti, anche se la corrente differenziale nominale di intervento non supera 30 mA. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici

Se un impianto è protetto mediante un solo dispositivo differenziale, questo deve essere posto all'origine dell'impianto, a meno che la parte di impianto compresa tra l'origine ed il dispositivo non comprenda masse.

### ***Selettività tra dispositivi di protezione contro le sovracorrenti***

L'impianto in esame prevede selettività fra le curve d'intervento.

### ***Collegamenti a terra***

L'impianto di terra può essere utilizzato congiuntamente, o separatamente, per scopi di

La scelta e l'installazione dei componenti dell'impianto di terra devono essere tali che:

- il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico;
- l'efficienza dell'impianto di terra si mantenga nel tempo;
- le correnti di guasto e di dispersione a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;

Il collegamento di un conduttore di terra ad un dispersore deve essere effettuato in modo accurato ed elettricamente soddisfacente.

Quando si usano raccordi, essi non devono danneggiare né i dispersori (per es. i tubi) né

In ogni impianto deve essere usato un terminale od una sbarra per costituire un collettore principale di terra al quale si devono collegare i seguenti conduttori:

- i conduttori di terra;

- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i conduttori di terra funzionale, se richiesti.

Sul conduttore di terra, in posizione accessibile, deve essere previsto un dispositivo di apertura che permetta di misurare la resistenza di terra: tale dispositivo può essere convenientemente combinato con il collettore principale di terra. Questo dispositivo deve essere apribile solo mediante attrezzo, deve essere meccanicamente robusto e deve assicurare il mantenimento della continuità elettrica.

La sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

$S_p$ : sezione del conduttore di protezione (mm<sup>2</sup>);

$I$  : valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

$t$  : tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

*Nota* Si deve tener conto dell'effetto di limitazione della corrente dovuto alle impedenze del circuito ed alla capacità di limitazione (integrale di Joule) del dispositivo di protezione.

$K$  : fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali. Valori di  $K$  per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle Tabb. 54B, 54C, 54D e 54E, in cui  $\theta_0$  indica la temperatura iniziale e  $\theta_f$  la temperatura finale.

Se dall'applicazione della formula risulta una sezione non unificata, deve essere usato il conduttore di sezione unificata immediatamente superiore.

E' necessario che la sezione così calcolata sia compatibile con le condizioni imposte dall'impedenza dell'anello di guasto.

Le sezioni dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori dati in Tabella 54F.

I valori della Tabella 54F sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tabella 54F.

Tbl. 54F **Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase**

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S_p = \frac{S}{2}$

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Quando un conduttore di protezione sia comune a diversi circuiti, la sua sezione deve essere dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione più grande.

Le masse estranee possono essere usate come conduttori di protezione se soddisfano tutte e quattro le seguenti condizioni:

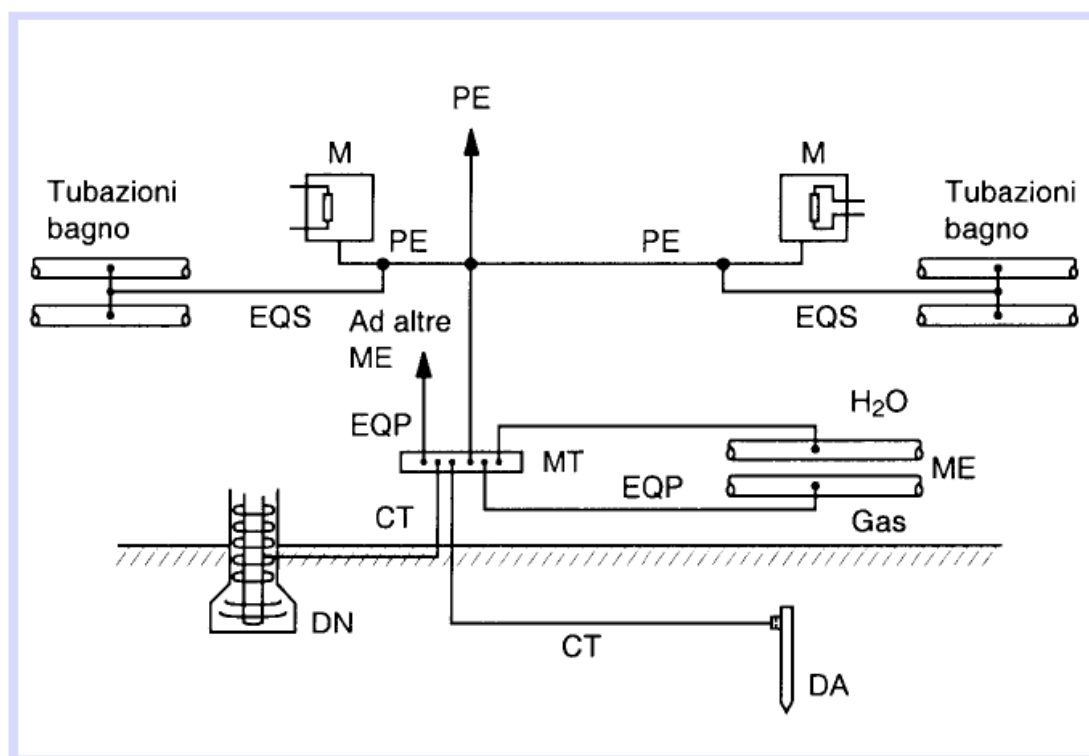
- a) la loro continuità elettrica sia realizzata, per costruzione o mediante adatte connessioni, in modo che sia assicurata la protezione contro i danneggiamenti meccanici, chimici ed elettrochimici;
- b) la loro conduttanza sia almeno uguale a quella risultante dall'applicazione.
- c) non possano venire rimosse se non sono previsti, in caso di rimozione, provvedimenti sostitutivi;
- d) siano state appositamente previste per uso come conduttori di protezione o, se necessario, siano state rese idonee a tale uso.

Deve essere previsto un dispersore ausiliario elettricamente indipendente da tutti gli altri elementi metallici messi a terra, per es. carpenterie metalliche, tubi protettivi metallici o cavi con schermo metallico. Questa prescrizione è considerata soddisfatta se il dispersore ausiliario è installato ad una distanza specificata (valore allo studio) da tutti gli altri elementi metallici messi a terra.

Il conduttore di collegamento al dispersore ausiliario deve essere isolato per evitare contatti con il conduttore di protezione e con qualsiasi parte connessa a questo, o con masse estranee che sono, o potrebbero venire in contatto con tale conduttore di protezione.

Il conduttore di protezione deve essere connesso soltanto alle masse degli apparecchi elettrici per i quali sia prevista l'interruzione dell'alimentazione per l'intervento del dispositivo di protezione sensibile alla tensione di guasto.

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>. Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi 25 mm<sup>2</sup>, se il conduttore equipotenziale è di rame, o una sezione di conduttanza equivalente, se il conduttore è di materiale diverso.



Composizione di un impianto di terra

### **Scelta degli apparecchi utilizzatori**

Negli impianti di illuminazione, il tipo di lampade da usare deve essere compatibile con la durata di commutazione dell'alimentazione allo scopo di mantenere il livello di illuminazione specificato.

Nei componenti elettrici alimentati da due circuiti diversi, un guasto su un circuito non deve compromettere né la protezione contro i contatti indiretti, né il corretto funzionamento dell'altro circuito. Tali componenti elettrici devono essere collegati, se necessario, al conduttore di protezione di entrambi i circuiti.

### **Verifiche**

Durante la realizzazione e/o alla fine della stessa prima di essere messo in servizio, ogni impianto elettrico deve essere esaminato a vista e provato per verificare, per quanto praticamente possibile, che le prescrizioni della presente Norma siano state rispettate.

Deve essere disponibile, per le persone che effettuano le verifiche, la documentazione necessaria.

Durante l'esame a vista e le prove si devono prendere precauzioni per garantire la sicurezza delle persone e per evitare danni ai beni ed ai componenti elettrici installati.

Nel caso di ampliamenti o di modifiche di impianti esistenti, si deve verificare che tali ampliamenti o modifiche siano in accordo con la presente Norma e che non compromettano la sicurezza delle parti non modificate dell'impianto esistente

L'esame a vista deve precedere le prove e deve essere effettuato, di regola, con l'intero impianto fuori tensione.

L'esame a vista deve accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme;
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della presente Norma; e
- non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista deve riguardare le seguenti condizioni, per quanto applicabili:

a) metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi compresa la misura delle distanze; tale esame riguarda per es. la protezione mediante barriere od involucri, per mezzo di ostacoli o mediante distanziamento;

b) presenza di barriere taglia fiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici;



- c) scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione;
- d) scelta e taratura dei dispositivi di protezione e di segnalazione;
- e) presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- f) scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne;
- g) identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- h) presenza di schemi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe;
- i) identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti ecc.;
- l) idoneità delle connessioni dei conduttori;
- m) agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

Devono essere eseguite, per quanto applicabili, e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento;

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso. I metodi di prova descritti costituiscono metodi di riferimento.

Deve essere eseguita una prova di continuità. Si raccomanda che questa prova venga effettuata con una corrente di almeno 0,2 A, utilizzando una sorgente di tensione alternata o continua compresa tra 4 e 24 V a vuoto.

Misura della resistenza di isolamento dell'impianto elettrico

La resistenza di isolamento deve essere misurata tra ogni conduttore attivo e la terra.

La resistenza di isolamento, misurata con i valori della tensione di prova indicati nella Tabella 61A, è considerata come soddisfacente se ogni circuito, con gli apparecchi utilizzatori disinseriti, ha una resistenza di isolamento non inferiore a quanto indicato nella stessa Tabella 61A.

Tab. 61A **Valore minimo della resistenza di isolamento**

Tensione nominale del circuito (V)	Tensione di prova c.c. (V)	Resistenza di isolamento (M $\Omega$ )
SELV e PELV Fino a 500 V compresi, con l'eccezione dei casi di cui sopra	250	$\geq 0,25$
Oltre 500 V	500	$\geq 0,5$
	1000	$\geq 1,0$

### Tabella 61A-Valore minimo della resistenza di isolamento

Le misure devono essere effettuate in c.c. L'apparecchio di prova deve essere in grado di fornire la tensione di prova indicata nella Tabella 61A quando eroga la corrente di 1 mA.

Quando il circuito comprende dispositivi elettronici, durante le misure i conduttori di fase e di neutro devono essere collegati assieme.

Si devono eseguire almeno tre misure nello stesso locale, delle quali una a circa 1 m da qualsiasi massa estranea accessibile posta nel locale, e le altre due a distanze maggiori.

Queste misure devono essere ripetute per ogni tipo di pavimento e di parete del locale.

La verifica dell'efficacia delle misure di protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione viene effettuata nel modo seguente:

b) per i sistemi TT:

La rispondenza alle prescrizioni di 413.1.4.2 deve essere verificata con:

- la misura della resistenza di terra per le masse dell'impianto,
- la verifica delle caratteristiche del dispositivo di protezione associato; questa verifica deve essere effettuata:
  - per i dispositivi a corrente differenziale mediante esame a vista e con prove di funzionamento;
  - per i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti mediante esame a vista (corrente di regolazione per gli interruttori automatici, corrente nominale per i fusibili e caratteristiche di intervento);
- la verifica della continuità dei conduttori di protezione (612.2).

### **Misura dell'impedenza dell'anello di guasto sistemi TN**

Accertato che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto  $Z_s$  sia tale da soddisfare la relazione per attuare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione che per i sistemi TN (con cabina propria) è la seguente:

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

dove  $I_a$  è la corrente di interruzione entro il tempo definito dalla Norma del dispositivo di protezione e  $U_0$  è la tensione nominale del sistema verso terra.

Tempi massimi d'Interruzione per i sistemi TN				
U <sub>0</sub> (V)	120	230	400	>400
t (s)	0,8	0,4	0,2	0,1

### Tempi massimi d'interruzione per i sistemi TN

Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra.

### Misura della resistenza di terra sistemi TN

Gli accertamenti richiesti per gli impianti di terra dei sistemi di II categoria con particolare riguardo alle cabine MT/BT di proprietà dell'utente e distribuzione in sistema TN.

Oggetti d'analisi	Accertamenti
a) Dispensore dei sistemi TN	$R_t \leq U_t / I_t$ Dove $I_t$ è la corrente di terra comunicata dall'Ente che consegna l'energia in media tensione, $U_t$ è la tensione totale di terra massima riferita al tempo di interruzione del guasto comunicato anch'esso dall'Ente distributore.

Tempo di eliminazione guasto (s)	Tensione totale di terra $U_t$ (V)	
	generalmente	per piccole aree*
2	60	90
1	84	126
0,8	96	144
0,7	102	153
0,6	150	225
≤0,5	192	288

\* Occorre che il dispersore sia di tipo ad anello o a maglia e che interessi l'intera area dell'impianto protetto il cui perimetro P non deve superare i 100 metri (per esempio: cabine in aperta campagna per stazioni di pompaggio acqua, cabine per ripetitori TV, ecc.).

*Tensione massima in funzione del tempo di eliminazione guasto per piccole aree*

## 8. QUADRO ECONOMICO

RIEPILOGO CAPITOLI		Importo Paragr.	Importo subCap.	IMPORTO
				999.884,19
Cabina Elettrica Esterna			133.296,83	
	Cabina Elettrica	133.296,83		
Rimozione di ApparatI Elettrici			13.298,10	
	RimoziOni	13.298,10		
Controsoffitti e RimoziOni			30.592,40	
	Controsoffitti e RimoziOni	30.592,40		
Quadri ed Armadi Elettrici			414.784,27	
	Quadri ed Armadi completi	282.673,77		
	Cablaggi Dorsali	132.110,50		
Impianto di Illuminazione, Prese			378.290,89	
	Illuminazione Fabbricati	293.568,23		
	Condutture derivate, Prese, Interruttori, Apparecchi di Comando	84.722,66		
Rete di trasmissione Dati			25.464,40	
	Cablaggi e Condutture	25.464,40		
Oneri Indiretti per la Sicurezza			4.157,30	
	Sicurezza	4.157,30		
<b>SOMMANO I LAVORI</b>				<b>€ 999.884,19</b>
Oneri diretti della sicurezza inclusi nei lavori			17.666,40	
Oneri speciali di sicurezza, già inclusi nei lavori			4.066,50	
a detrarre			21.732,90	€ 21.732,90
<b>Importo dei lavori a base d'asta soggetti a ribasso</b>				<b>€ 978.151,29</b>
Totale oneri della sicurezza (2,173542% sull'importo dei lavori)			21.732,90	
<b>SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE</b>				
IVA ed eventuali altre imposte, 22%			219.974,52	
Spese tecniche di progettazione definitiva ed esecutiva IVA 22%, CPA ed oneri compresi			50.534,27	
Spese tecniche di direzione lavori, misura e contabilità IA.04 – imponibile			45.349,85	
(IVA 22%, CPA 4%) su € 45.349,85			12.190,04	
Spese tecniche di coordinatore CSE IA.04 - imponibile			28.358,06	
(IVA 22%, CPA 4%) su € 28.358,06			7.622,65	
Collaudo Tecnico Funzionale degli Impianti D.M. 37/08 - IA.04			20.417,81	
(IVA 22%, CPA 4%) su € 20.417,81			5.488,31	
Incentivi per la progettazione Art. 113 D.Lgs 50/2016 e s.m.i. 2%			19.997,68	
Eventuali spese per commissioni giudicatrici 0,5%			4.999,42	
Lavori in economia previsti in progetto ed esclusi dall'appalto ed imprevisti 6%			59.993,05	
Ulteriori Eventuali Spese Tecniche 3%			29.996,53	
Ripristino allacciamenti Rete Media Tensione			7.500,00	
Oneri di conferimento in discarica.			7.500,00	
Spese di gara.			10.000,00	
Imprevisti 5% (49.994,21) - Arrotondamenti (+199,41)			50.193,62	
<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE AMMINISTRAZIONE</b>			<b>580.115,81</b>	<b>580.115,81</b>
<b>IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI</b>				<b>€ 1.580.000,00</b>