



SEMINARIO ESAMI DI STATO - UNICAL
Settembre 2015

— * —

PROGETTAZIONE E INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI
(LEGGI FONDAMENTALI, NORME, SISTEMI DI DISTRIBUZIONE, DIMENSIONAMENTO)

- **LEGISLAZIONE**
- **NORMATIVA**
- **REGOLE TECNICHE DI CONNESSIONE BT (CEI 0-21)**
- **SISTEMI DI DISTRIBUZIONE TT-TN-IT**
- **APPENDICE**
 - **LINEE ELETTRICHE IN BT**
 - **PORTATA DEL CAVO E SCELTA DELLA SEZIONE**
 - **CADUTA DI TENSIONE E SCELTA DELLA SEZIONE**
 - **PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI**

Ing. Francesco Staffa

Sicurezza sul lavoro e impianti elettrici

*Il controllo e la **gestione degli impianti in azienda** rappresentano un aspetto fondamentale per quanto riguarda la sicurezza sul lavoro. **Il testo unico D.lgs. 81/08** (Testo coordinato con il D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106) al Capo III agli **articoli 81, 82, 83, 84, 85, 86** descrive il punto di vista della normativa e gli obblighi da rispettare al fine di tutelare la sicurezza dei lavoratori. Gli **impianti** e le apparecchiature elettriche dovranno essere utilizzate secondo le procedure stabilite e contenute nei manuali d'uso, allo stesso modo, la produzione degli impianti, assemblaggio e installazioni dovranno essere realizzati secondo la **"regola d'arte"** e mantenuti costantemente in perfetto stato onde evitare malfunzionamenti che possano ricreare situazioni di rischio per i lavoratori che li utilizzano.*

Requisiti di sicurezza Art. 81

1. Tutti i materiali, i macchinari e le apparecchiature, nonché le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere progettati, realizzati e costruiti a regola d'arte.

2. Ferme restando le disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto, i materiali, i macchinari, le apparecchiature, le installazioni e gli impianti di cui al comma precedente, si considerano costruiti a regola d'arte se sono realizzati secondo le norme di buona tecnica contenute nell'allegato IX.

3. Le procedure di uso e manutenzione devono essere predisposte tenendo conto delle disposizioni legislative vigenti, delle indicazioni contenute nei manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature ricadenti nelle direttive specifiche di prodotto e di quelle indicate nelle norme di buona tecnica contenute nell'allegato IX.

ALLEGATO IX

Valori delle tensioni nominali di esercizio delle macchine ed impianti elettrici in relazione alla loro tensione nominale i sistemi elettrici si dividono in:

- *sistemi di Categoria 0 (zero), chiamati anche a bassissima tensione, quelli a tensione nominale minore o uguale a 50 V se a corrente alternata o a 120 V se in corrente continua (non ondulata);*
- *sistemi di Categoria I (prima), chiamati anche a bassa tensione, quelli a tensione nominale da oltre 50 fino a 1.000 V se in corrente alternata o da oltre 120 V fino a 1500V compreso se in corrente continua;*
- *sistemi di Categoria II (seconda), chiamati anche a media tensione quelli a tensione nominale oltre 1.000 V se in corrente alternata od oltre 1500 V se in corrente continua, fino a 30.000 V compreso;*
- *sistemi di Categoria III (terza), chiamati anche ad alta tensione, quelli a tensione nominale maggiore di 30.000 V*

Qualora la tensione nominale verso terra sia superiore alla tensione nominale tra le fasi, agli effetti della classificazione del sistema si considera la tensione nominale verso terra.

Per sistema elettrico si intende la parte di un impianto elettrico costituito da un complesso di componenti elettrici aventi una determinata tensione nominale.

Tab. 1 allegato IX

Distanze di sicurezza da parti attive di linee elettriche e di impianti elettrici non protette o non sufficientemente protette da osservarsi, nell'esecuzione di lavori non elettrici, al netto degli ingombri derivanti dal tipo di lavoro, delle attrezzature utilizzate e dei materiali movimentati, nonché degli sbandamenti laterali dei conduttori dovuti all'azione del vento e degli abbassamenti di quota dovuti alle condizioni termiche

U_n (kV)	D (m)
≤ 1	3
$1 < U_n \leq 30$	3,5
$30 < U_n \leq 132$	5
> 132	7

Dove U_n = tensione nominale.

Lavori sotto tensione Art. 82

1. E' vietato eseguire lavori sotto tensione. Tali lavori sono tuttavia consentiti nei casi in cui le tensioni su cui si opera sono di sicurezza, secondo quanto previsto dallo stato della tecnica secondo la migliore scienza ed esperienza, nonché quando i lavori sono eseguiti nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica;
- b) per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua:
 - 1) l'esecuzione di lavori su parti in tensione deve essere affidata a lavoratori riconosciuti dal datore di lavoro come idonei per tale attività secondo le indicazioni della pertinente normativa tecnica;
 - 2) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica;
- c) per tensioni nominali superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua purché:
 - 1) i lavori su parti in tensione sono effettuati da aziende autorizzate con specifico provvedimento dei competenti uffici del Ministero del lavoro e della previdenza sociale ad operare sotto tensione;
 - 2) l'esecuzione di lavori su parti in tensione è affidata a lavoratori abilitati dal datore di lavoro ai sensi della pertinente normativa tecnica riconosciuti idonei per tale attività;
 - 3) le procedure adottate e le attrezzature utilizzate sono conformi ai criteri definiti nelle norme di buona tecnica.

2. Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale, da adottarsi entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto legislativo, sono definiti i criteri per il rilascio delle autorizzazioni di cui al comma 1, lettera c), numero 1).

3. Hanno diritto al riconoscimento di cui al comma 2 le aziende già autorizzate ai sensi della legislazione vigente.

Lavori in prossimità di parti attive

Art. 83

- 1. Non possono essere eseguiti lavori in prossimità di linee elettriche o di impianti elettrici con parti attive non protette, o che per circostanze particolari si debbano ritenere non sufficientemente protette, e comunque a distanze inferiori ai limiti di cui alla tabella 1 dell'allegato IX, salvo che vengano adottate disposizioni organizzative e procedurali idonee a proteggere i lavoratori dai conseguenti rischi.***
2. Si considerano idonee ai fini di cui al comma 1 le disposizioni contenute nella pertinente normativa di buona tecnica.

Protezioni dai fulmini

Art. 84

- 1. Il datore di lavoro provvede affinché' gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dagli effetti dei fulmini con sistemi di protezione realizzati secondo le norme di buona tecnica.***

Protezione di edifici, impianti strutture ed attrezzature

Art. 85

1. Il datore di lavoro provvede affinché' gli edifici, gli impianti, le strutture, le attrezzature, siano protetti dai pericoli determinati dall'innesco elettrico di atmosfere potenzialmente esplosive per la presenza o sviluppo di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili, o in caso di fabbricazione, manipolazione o deposito di materiali esplosivi.
2. Le protezioni di cui al comma 1 si realizzano utilizzando le specifiche disposizioni di cui al presente decreto legislativo e le pertinenti norme di buona tecnica di cui all'allegato IX.

Verifiche Art. 86.

1) Ferme restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, il datore di lavoro provvede affinché' gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.

2. Con decreto del Ministro del lavoro e della previdenza sociale e del Ministro della salute vengono stabilite, sulla base delle disposizioni vigenti, le modalità ed i criteri per l'effettuazione delle verifiche di cui al comma 1.
3. L'esito dei controlli di cui al comma 1 deve essere verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

LEGGE 1 Marzo 1968, n° 186

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

Art. 1

Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.

Art. 2

I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) si considerano costruiti a regola d'arte.

LEGISLAZIONE INERENTE GLI IMPIANTI ELETTRICI DI TIPO ORDINARIO

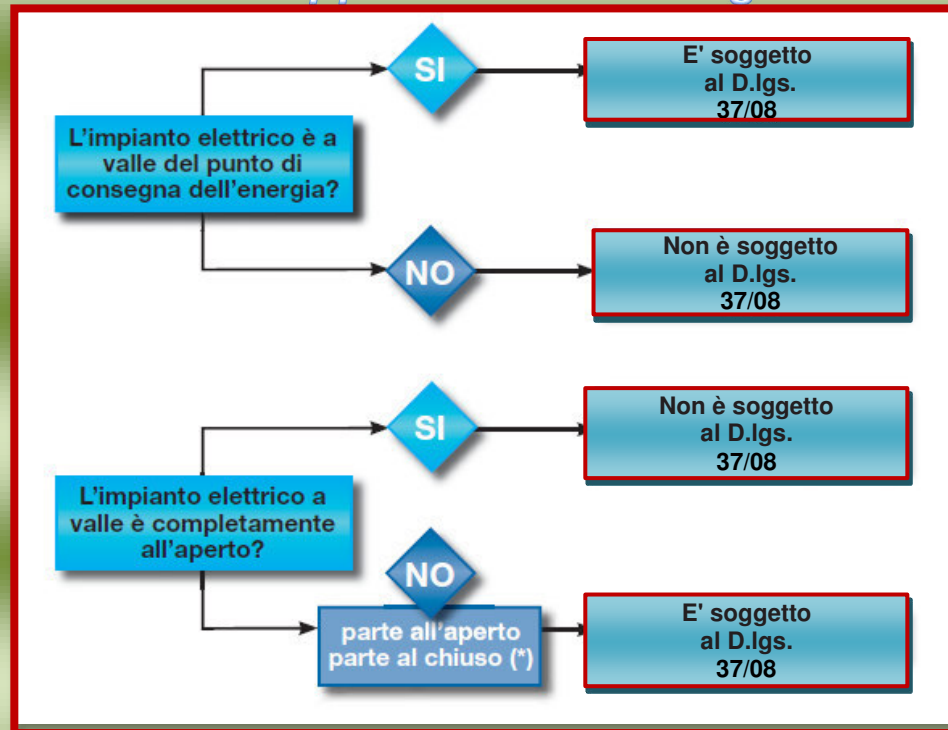
Un esame approfondito del D.lgs. 37/08 esula dagli scopi di questa esposizione. Tuttavia allo scopo di sintetizzare i punti fondamentali della legge, vengono proposti gli schemi a blocchi che seguono nei quali si illustra:

➤ *dove si applica il D.lgs. 37/08;*

➤ *quando si deve rilasciare la dichiarazione di conformità;*

➤ *quando occorre il progetto dell'impianto.*

Ambito di applicazione del D.lgs. 37/08



(nota: Il D.lgs. 37/08 sostituisce la vecchia legge n. 46 del 1990, legge sulla realizzazione degli impianti elettrici, elettronici, termici, idraulici, ecc. - Questo nuovo decreto legislativo, sostituisce per intero la 46/90, la amplia applicando ed estendendo l'obbligo di redigere progetto e conformità anche a quelle strutture allora non previste. Di seguito è esposto il comma 1 dell'art. 1 della legge:

Art. 1

Ambito di applicazione.

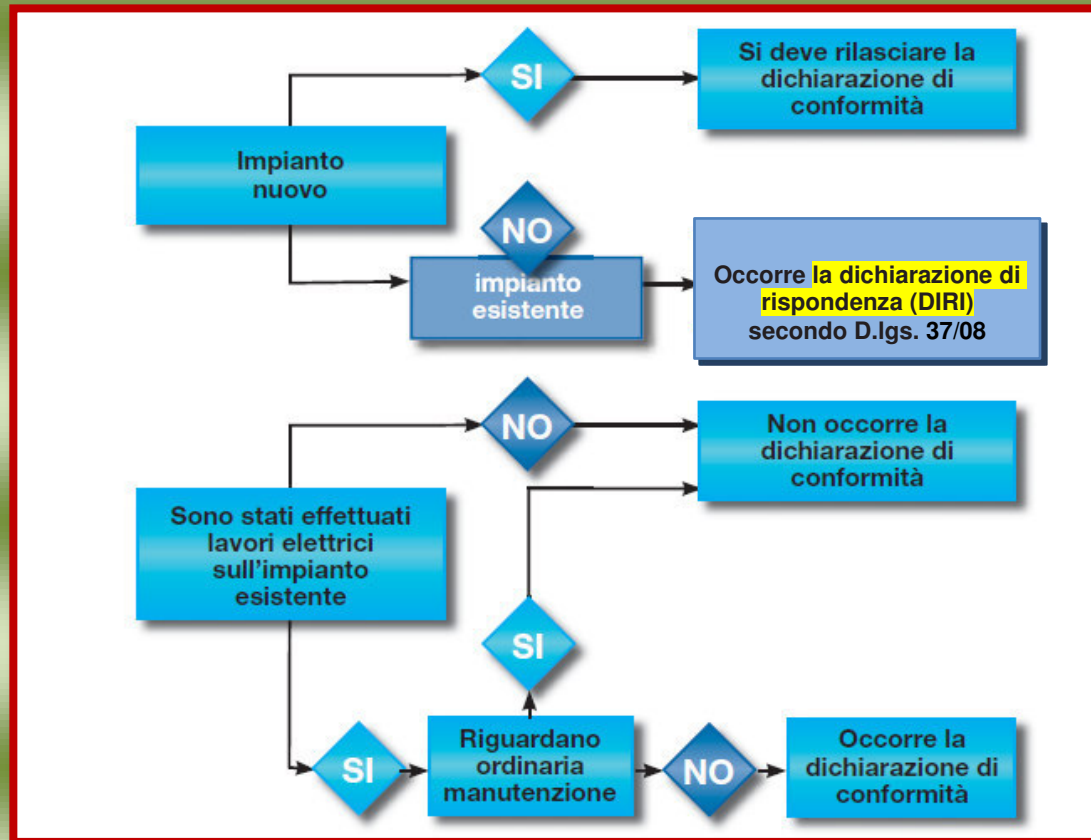
1. Il presente decreto si applica agli impianti posti a servizio degli edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso, collocati all'interno degli stessi o delle relative pertinenze. Se l'impianto è connesso a reti di distribuzione si applica a partire dal punto di consegna della fornitura.)

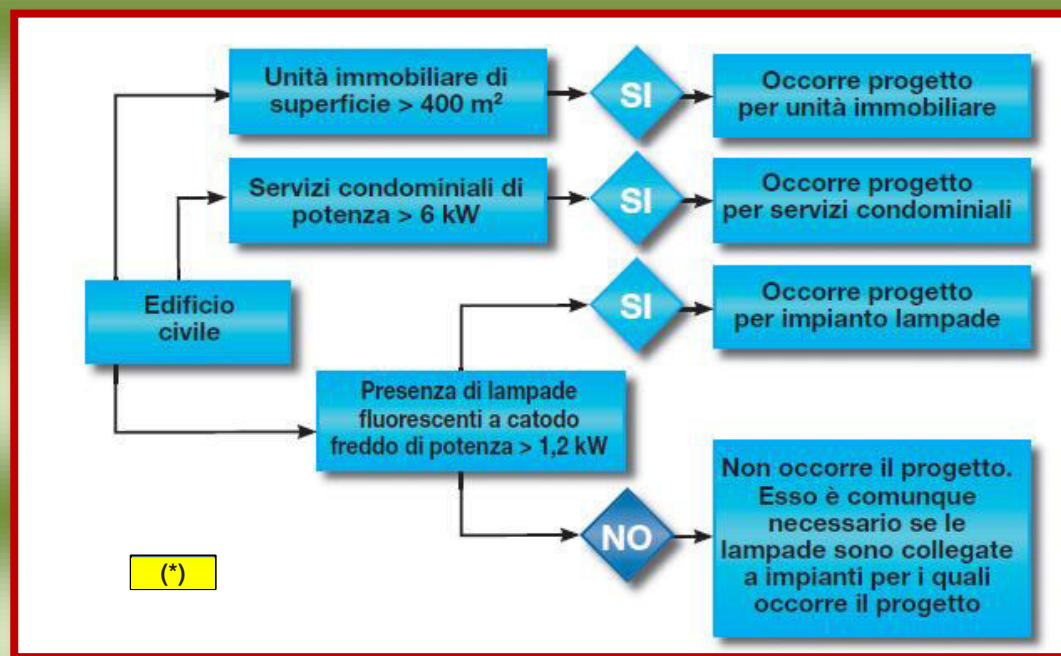
Quando si deve rilasciare :

la (DICO) **Dichiarazione di Conformità**

oppure

la (DIRI) **Dichiarazione di Rispondenza**





(*) (Secondo il D.lgs. 37/08 occorre sempre il progetto, questo, però, può essere redatto anche dal tecnico responsabile dell'impresa esecutrice e non da un libero professionista, quando i limiti sono al di sotto di quelli indicati nei precedenti grafi)

- per utenze condominiali e per utenze domestiche di singole unità abitative aventi potenza impegnata superiore a 6 kW e per utenze domestiche di singole unità abitative di superficie superiore a 400 m²;
- impianti elettrici con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA resa dagli alimentatori;

- **Impianti relativi ad immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi**, quando le utenze sono **alimentate a tensione superiore a 1000 V**, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione **aventi potenza impegnata superiore a 6 kW** o qualora la **superficie superi i 200 m²**;
- **impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI**, in caso di **locali adibiti ad uso medico** o per i quali sussista **pericolo di esplosione** o a **maggior rischio in caso di incendio**, nonché per gli **impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m³**.

D.P.R. 462/01

“Regime di verifica degli impianti di terra”

Gazzetta Ufficiale N. 6 del 08 Gennaio 2002

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 22 ottobre 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.

Capo I

Disposizioni generali

IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

E m a n a
Il seguente regolamento:

Art. 1.

Ambito di applicazione

1. Il presente regolamento disciplina i procedimenti relativi alle installazioni ed ai dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, agli impianti elettrici di messa a terra e agli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione collocati nei luoghi di lavoro.

2. Con uno o più decreti del Ministero della salute, di concerto con il Ministero del lavoro e delle politiche sociali ed il Ministero delle attività produttive, sono dettate disposizioni volte ad adeguare le vigenti prescrizioni in materia di realizzazione degli impianti di cui al comma 1. In particolare, tali decreti individuano i dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, gli impianti elettrici di messa a terra e gli impianti relativi alle installazioni elettriche in luoghi con pericolo di esplosione.

Capo II
Impianti elettrici di messa a terra e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche

Art. 2.
Messa in esercizio e omologazione dell'impianto

1. La messa in esercizio degli impianti elettrici di messa a terra e dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche non può essere effettuata prima della verifica eseguita dall'installatore che rilascia la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente. La dichiarazione di conformità equivale a tutti gli effetti ad omologazione dell'impianto.

2. Entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità all'ISPESL ed all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.
3. Nei comuni singoli o associati ove è stato attivato lo sportello unico per le attività produttive la dichiarazione di cui al comma 2 è presentata allo stesso.

Art. 3.
Verifiche a campione

1. L'ISPESL effettua a campione la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche ed i dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e trasmette le relative risultanze all'ASL o ARPA.
2. Le verifiche a campione sono stabilite annualmente dall'ISPESL, d'intesa con le singole regioni sulla base dei seguenti criteri:
 - a) localizzazione dell'impianto in relazione alle caratteristiche urbanistiche ed ambientali del luogo in cui è situato l'impianto;
 - b) tipo di impianto soggetto a verifica;
 - c) dimensione dell'impianto.
3. Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.

Art. 4. Verifiche periodiche

Soggetti abilitati

1. Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, nonché' a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni cinque anni, ad esclusione di quelli installati in cantieri, in locali adibiti ad uso medico e negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per i quali la periodicità è biennale.

2. Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro si rivolge all'ASL o all'ARPA o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.
3. Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica rilascia il relativo verbale al datore di lavoro che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.
4. Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.

Capo III

Impianti in luoghi con pericolo di esplosione Art. 5.

Messa in esercizio e omologazione

- 1. La messa in esercizio degli impianti in luoghi con pericolo di esplosione non può essere effettuata prima della verifica di conformità rilasciata al datore di lavoro ai sensi del comma 2.**
- 2. Tale verifica è effettuata dallo stesso installatore dell'impianto, il quale rilascia la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente.**
- 3. Entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, il datore di lavoro invia la dichiarazione di conformità all'ASL o all'ARPA territorialmente competenti.**
- 4. L'omologazione è effettuata dalle ASL o dall'ARPA competenti per territorio, che effettuano la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente di tutti gli impianti denunciati.**
- 5. Nei comuni singoli o associati ove è stato attivato lo sportello unico per le attività produttive la dichiarazione di cui al comma 3 è presentata allo sportello.**
- 6. Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.**

Art. 6. Verifiche periodiche

Soggetti abilitati

- 1. Il datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, nonché a far sottoporre lo stesso a verifica periodica ogni due anni.**
2. Per l'effettuazione della verifica, il datore di lavoro si rivolge all'ASL o all'ARPA od ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa tecnica europea UNI CEI.
3. Il soggetto che ha eseguito la verifica periodica rilascia il relativo verbale al datore di lavoro che deve conservarlo ed esibirlo a richiesta degli organi di vigilanza.
4. Le verifiche sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del datore di lavoro.

Capo IV Disposizioni comuni ai capi precedenti

Art. 7. Verifiche straordinarie

1. Le verifiche straordinarie sono effettuate dall'ASL o dall'ARPA o dagli organismi individuati dal Ministero delle attività produttive, sulla base di criteri stabiliti dalla normativa europea UNI CEI.
- 2. Le verifiche straordinarie sono, comunque, effettuate nei casi di:**
 - a) esito negativo della verifica periodica;**
 - b) modifica sostanziale dell'impianto;**
 - c) richiesta del datore del lavoro.**

Art. 8. Variazioni relative agli impianti

Il datore di lavoro comunica tempestivamente all'ufficio competente per territorio dell'ISPESL e alle ASL o alle ARPA competenti per territorio la cessazione dell'esercizio, le modifiche sostanziali preponderanti e il trasferimento o spostamento degli impianti.

Capo V Disposizioni transitorie e finali

Art. 9. Abrogazioni

1. Sono abrogati:

a) gli articoli 40 e 328 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547;
b) gli articoli 2, 3 e 4 del decreto del Ministro per il lavoro e la previdenza sociale in data 12 settembre 1959, nonché i modelli A, B e C allegati al medesimo decreto.

2. I riferimenti alle disposizioni abrogate contenute in altri testi normativi si intendono riferiti alle disposizioni del presente regolamento.

3. Il presente regolamento si applica anche ai procedimenti pendenti alla data della sua entrata in vigore.

Nota all'art. 9:

Il decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547, reca: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro".

Art. 10. Entrata in vigore

1. Il presente regolamento entra in vigore il quindicesimo giorno successivo a quello della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana.

Il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sarà inserito nella Raccolta ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 22 ottobre 2001

ESCLUSIONI

Fermo restando la messa a disposizione e l'utilizzo di attrezzature di lavoro in conformità alle disposizioni di cui al titolo III del D.lgs. 81/2008 nonché il rispetto di quanto previsto dal DM 37/2008 in materia di sicurezza degli impianti, si ritengono esclusi dagli obblighi di denuncia gli impianti installati negli ambienti in cui si applicano le fattispecie di cui agli artt. 21 e 26 del D.lgs. 81/2008.

Sono altresì esclusi i seguenti impianti:

.1 Industrie estrattive a cielo aperto o in sotterraneo

Secondo quanto stabilito dal D.lgs. 624/96, le attività sottoposte a vigilanza da parte dei distretti minerari non rientrano nel campo di applicazione del DPR 462/01 pertanto i datori di lavoro nell'ambito delle industrie estrattive non devono inviare all'INAIL le dichiarazioni di conformità.

.2 Imprese concessionarie di impianti telefonici

Le verifiche degli impianti di terra degli esercizi telefonici di cui al DPR 323/56 sono di competenza del datore di lavoro. Per esercizio telefonico si deve intendere l'insieme delle apparecchiature e dei dispositivi destinati alla trasmissione di informazioni, segnali e dati a partire dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'ente distributore. La verifica degli impianti di terra inerenti la gestione amministrativa e commerciale delle imprese concessionarie e quella degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche rientrano invece negli obblighi scaturenti dal DPR 462/01.

.3 Ambito degli impianti del trasporto aereo, navale e ferroviario

Si ritengono escluse le strutture che sono direttamente connesse al controllo e all'attuazione dei trasporti aerei navali e terrestri.

Nota: Secondo il parere 229/76 Sez. II del Consiglio di Stato è definito esercizio alla navigazione marittima l'insieme delle attività che attuano la navigazione per mare e non tutte le altre che sono ad esse preordinate, in modo più o meno diretto, e che si possono svolgere nei porti o sulle navi.

.4 Complessi militari

La competenza in merito alle verifiche nei complessi militari di cui all'art.18 del DM 12/9/59 risulta attribuita all'Ufficio Tecnico Omologazioni e Verifiche (U.T.O.V) del Ministero della Difesa (rif. DM 26/01/1998, circolare Min. Difesa – DG dei Lavori e del Demanio n. 0/4/2030/J/05-03/CL/02 del 12/11/2002).

Detti complessi sono individuati dalla legislazione specifica in materia.

.5 Aziende produttrici e distributrici di energia elettrica

Non sono soggetti ad obbligo di denuncia gli impianti di messa a terra relativi ad officine e cabine elettriche

NORME CEI FONDAMENTALI

*Le norme CEI non sono leggi, tranne per le norme **CEI 0-16** e la **CEI 0-21**, che pur essendo norme hanno valore di legge.*

Un progetto/lavoro può essere eseguito senza 'rispettare le norme CEI', purché si dimostri che le scelte operate siano compatibili con i principi e le regole dell'elettrotecnica.

Le norme fondamentali per la progettazione, il calcolo e la realizzazione di linee ed impianti elettrici possono essere riassunte (nella parte basilare, ma non esaustiva) con quelle contenute nella **SELEZIONE CEI S 16** composta da **148 fascicoli.**

Di seguito sono riportate alcune norme delle più importanti in elenco, con la sintesi del contenuto.

NORMA CEI 0-2

Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti Elettrici

Il progetto dell'impianto elettrico di un'opera multidisciplinare, deve essere redatto contestualmente al progetto dell'opera nel suo insieme.

Per un uso razionale dell'energia elettrica e per un significativo contenimento dei costi dell'opera, risulta infatti indispensabile la collaborazione tra il progettista elettrico, il committente ed i progettisti delle altre discipline.

- ***stabilire le necessità di alimentazione di carichi elettrici;***
- ***posizionare la cabina elettrica (o cabine elettriche) e gli altri locali ad uso elettrico, contestualmente alla progettazione preliminare dell'opera nel suo insieme;***
- ***posizionare i percorsi principali dei cavi (es. cavedi), definiti contestualmente alla progettazione preliminare dell'opera nel suo insieme;***
- ***definire le modalità d'uso dei ferri del calcestruzzo e delle strutture metalliche quali elementi del dispersore di terra, conduttori di terra, conduttori equipotenziali principali, organi di captazione o calata, in accordo col progettista edile;***
- ***definire i criteri di illuminazione artificiale di particolari locali o ambienti;***
- ***definire il posizionamento e le caratteristiche elettriche di altri impianti tecnologici;***
- ***evidenziare i vincoli determinati dalla progettazione della prevenzione incendi;***
- ***definire gli obblighi conseguenti all'osservanza delle norme relative alla sicurezza nei luoghi di vita, di formazione, di cura, di svago, di lavoro, ecc.***

Leggere 46/90 e DPR 447/91 come DM. 37/08

Tab. 3-A Consistenza della documentazione di progetto elettrico in relazione alla destinazione d'uso dell'opera

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO		DESTINAZIONE D'USO DELLE OPERE				
		Edifici civili DPR 447/91, art. 1, comma 1		Altre opere DPR 447/91, art. 1, comma 2		Progetto per opere pubbliche ai sensi della legge 109/94 e DPR 554/99
		Imp. elettrici al di sotto dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sopra dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sotto dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sopra dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	
a	b	c	d	e	f	g
3.3		Documentazione del progetto preliminare				
3.3.1	Relazione illustrativa	NO	SI	NO	SI	SI
3.3.2	Relazione tecnica	NO	NO	NO	NO	SI
3.3.3	Planimetria generale e schema elettrico generale	NO	F	NO	F	SI
3.3.4	Piano di sicurezza	NO	NO	NO	NO	SI
3.3.5	Calcolo sommario delle spese	NO	NO	NO	NO	SI
3.4		Documentazione del progetto definitivo				
3.4.1	Relazione descrittiva	NO	F	NO	SI	SI
3.4.2	Relazione tecnica	NO	SI	NO	SI	SI
3.4.3	Elaborati grafici	NO	SI	NO	SI	SI
3.4.4	Calcoli preliminari (relazione illustrativa)	NO	SI	NO	SI	SI
3.4.5	Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici	NO	F	NO	F	SI
3.4.6	Computo metrico	NO	SI	NO	SI	SI
3.4.7	Computo metrico estimativo	NO	F	NO	F	SI
3.4.8	Quadro economico	NO	NO	NO	NO	SI

INGEGGERIA ELETTRICA - SERVIZIO TECNICO - COSENZA

DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO		DESTINAZIONE D'USO DELLE OPERE				
		Edifici civili DPR 447/91, art. 1, comma 1		Altre opere DPR 447/91, art. 1, comma 2		Progetto per opere pubbliche ai sensi della legge 109/94 e DPR 554/99
		Imp. elettrici al di sotto dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sopra dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sotto dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	Imp. elettrici al di sopra dei limiti dimensionali della legge 46/90 e del DPR 447/91	
a	b	c	d	e	f	g
3.5	Documentazione del progetto esecutivo					
3.5.1	Relazione generale	NO	F	NO	SI	SI
3.5.2	Relazione specialistica	NO	SI	NO	SI	SI
3.5.3	Schema (descrizione) dell'impianto elettrico	SI	NO	SI	NO	NO
3.5.4	Elaborati grafici	F	SI	F	SI	SI
3.5.5	Calcoli esecutivi (relazione illustrativa) tabelle e diagrammi di coordinamento delle protezioni	NO	SI	NO	SI	SI
3.5.6	Piano di manutenzione	NO	F	NO	F	SI
3.5.7	Elementi per il piano di sicurezza e di coordinamento (D.Lgs. 494/96 e s. m. i.)	NO	F	NO	F	SI
3.5.8	Computo metrico	NO	SI	NO	SI	SI
3.5.9	Computo metrico estimativo	NO	SI	NO	SI	SI
3.5.10	Quadro economico	NO	NO	NO	F	SI
3.5.11	Cronoprogramma	NO	F	NO	F	SI
3.5.12	Quadro dell'incidenza della manodopera	NO	NO	NO	NO	SI
3.5.13	Capitolato speciale d'appalto	NO	SI	NO	SI	SI
3.5.14	Schema di contratto	NO	F	NO	F	SI

NORMA CEI 20-67

Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

2 REQUISITI DI SICUREZZA

2.1 Requisiti fondamentali

2.2 Requisiti generali

2.3 Requisiti limite

3 CONDIZIONI AMBIENTALI

3.2 Esposizione all'acqua

3.3 Esposizione ad ambiente corrosivo o inquinato

3.4 Esposizione alla presenza di flora

3.5 Esposizione alla presenza di fauna

3.6 Esposizione in ambienti a elevata temperatura

3.7 Esposizione in ambienti a bassa temperatura

3.8 Esposizione a correnti vaganti, a radiazioni ionizzanti o all'ozono

3.9 Esposizione alle radiazioni solari

4 CONDIZIONI E MODALITÀ DI POSA

4.1 Temperature di posa

4.2 Sforzo di tiro

4.3 Raggi di piegatura

4.4 Compressione

4.5 Torsione

4.6 Requisiti per la posa dei cavi

5 COMPORTAMENTO AL FUOCO

5.2 Aspetti connessi all'incendio

5.3 Aspetti connessi allo sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi

5.4 Cavi in luoghi con pericolo di esplosione o di incendio

Tabella 2 – Cavi isolati in PVC

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Sezione nominale	Resistenza R a 70°C		Reattanza X (v. art. 3)	Cavi unipolari										Cavi bipolari					Cavi tripolari				Sezione nominale		
	Corrente continua	Corrente alternata		CADUTE DI TENSIONE ΔU (v. art. 3 e 4)										CADUTE DI TENSIONE ΔU (v. art. 3 e 4)					CADUTE DI TENSIONE ΔU (v. art. 3 e 4)						
				Corrente alternata monofase					Corrente alternata trifase					Corrente continua monofase					/ trifase						
				cosφ0,7				cosφ0,8				cosφ0,9		cosφ1											
	mm²	Ω/km		Ω/km	Ω/km	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	Ω/km	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	Ω/km		mV/Am	mV/Am
1,5		15,91	0,145	31,83	22,49	25,63	28,77	31,83	19,45	22,17	24,89	27,53	0,105	31,83	22,43	25,59	28,73	31,83	0,105	19,40	22,13	24,86	27,53	1,5	
2,5		9,55	0,132	19,10	13,56	15,43	17,30	19,10	11,73	13,35	14,97	16,52	0,096	19,10	13,50	15,39	17,27	19,10	0,096	11,68	13,31	14,94	16,52	2,5	
4		5,92	0,127	11,84	8,47	9,63	10,77	11,84	7,33	8,33	9,32	10,25	0,096	11,84	8,43	9,59	10,74	11,84	0,096	7,29	8,30	9,29	10,25	4	
6		3,95	0,119	7,90	5,70	6,46	7,21	7,90	4,93	5,59	6,24	6,83	0,091	7,90	5,66	6,43	7,19	7,90	0,091	4,89	5,56	6,22	6,83	6	
10		2,29	0,110	4,57	3,36	3,79	4,21	4,57	2,90	3,28	3,64	3,95	0,085	4,57	3,32	3,76	4,19	4,57	0,085	2,87	3,25	3,62	3,95	10	
16		1,45	0,102	2,90	2,17	2,44	2,69	2,90	1,88	2,11	2,33	2,50	0,080	2,90	2,14	2,41	2,68	2,90	0,080	1,85	2,09	2,31	2,50	16	
25		0,93	0,097	1,87	1,45	1,61	1,76	1,87	1,25	1,39	1,53	1,61	0,079	1,87	1,42	1,59	1,75	1,87	0,079	1,23	1,37	1,51	1,61	25	
35		0,66	0,092	1,33	1,06	1,17	1,27	1,33	0,92	1,01	1,10	1,15	0,076	1,33	1,04	1,15	1,26	1,33	0,076	0,90	1,00	1,09	1,15	35	
50	0,46	0,46	0,089	0,92	0,77	0,85	0,91	0,92	0,67	0,73	0,79	0,80	0,076	0,92	0,76	0,83	0,90	0,92	0,076	0,65	0,72	0,78	0,80	50	
70	0,33	0,33	0,085	0,65	0,58	0,62	0,66	0,65	0,50	0,54	0,57	0,56	0,074	0,65	0,56	0,61	0,65	0,65	0,074	0,49	0,53	0,56	0,56	70	
95	0,25	0,25	0,085	0,49	0,47	0,50	0,52	0,50	0,41	0,43	0,45	0,43							0,074	0,39	0,42	0,44	0,43	95	
120	0,19	0,19	0,082	0,39	0,39	0,41	0,42	0,39	0,34	0,35	0,36	0,34													
150	0,15	0,16	0,082	0,31	0,34	0,35	0,35	0,31	0,29	0,30	0,30	0,27													
185	0,13	0,13	0,081	0,25	0,30	0,30	0,30	0,26	0,26	0,26	0,26	0,22													
240	0,096	0,099	0,080	0,19	0,25	0,25	0,25	0,20	0,22	0,22	0,21	0,17													

CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE

$$\Delta U = k \times (R \times \ell \times I \times \cos\phi + X \times \ell \times I \times \sin\phi).$$

Dove

K= 2 sistemi monofase ; **K= 1,73** sistemi trifase; **ℓ**= lunghezza del cavo in km; **φ** = angolo di sfasamento tra corrente e tensione; **I**=corrente di linea; **R**= resistenza unitaria del cavo per conduttore; **X**= reattanza unitaria del cavo per conduttore

CLASSIFICAZIONE CEI: 20

Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV

Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata

- 1. Campo di applicazione**
- 2. Tipologie di cavo**
- 3. Condizioni di funzionamento**
- 4. Valori delle portate**
- 5. Condizioni particolari di esercizio**
- 6. Modalità di posa**
- 7. Coefficienti di correzione**

CALCOLO DELLA PORTATA DI UN CAVO

NEL CAPITOLO 4 SONO RIPORTATE LE TABELLE (1-16) PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI POSA DEI CAVI

Le Tabelle da 1 a 16 riportano le portate di corrente (I_0) dei cavi unipolari e tripolari con conduttori di rame, per la posa in aria ed interrata e per i metodi di installazione raffigurati al Capitolo 6.

La portata I_z di un cavo in una determinata condizione di installazione, si ricava con la seguente formula:

$$I_z = I_0 \times k = I_0 \times k_{ta} \times k_{tt} \times k_d \times k_p \dots\dots\dots$$

Dove **k** rappresenta il prodotto degli opportuni coefficienti di correzione riportati nel Capitolo 7.

PORTATE DEI CAVI CON CONDUTTORI DI ALLUMINIO

La portata del cavo con conduttori di alluminio si ottiene moltiplicando per 0,78 la portata del cavo con conduttori di rame di pari sezione nominale.


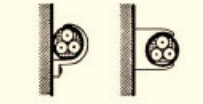






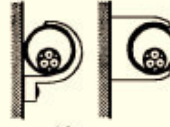
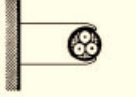
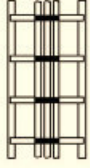
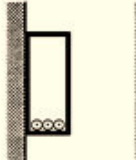





NEL CAPITOLO 7 SONO RIPORTATI I COEFFICIENTI DI CORREZIONE K.

- 7.1 Coefficienti di correzione per la temperatura ambiente dell'aria (k_{ta}) ; Tabella 17 - diverse da 30°C
- 7.2 Coefficienti di correzione per la temperatura ambiente del terreno (k_{tt}) ; Tabella 18 - diverse da 20°C
- 7.3 Coefficienti di correzione (k_d) cavi tripolari direttamente interrati; Tabella 19 - spaziatura pari a 250 mm
- 7.4 Coefficienti di correzione (k_p) ; Tabella 20 - profondità di posa diversi da 0,8 m (cavi direttamente interrati)
Tabella 21 - profondità di posa diversi da 0,8 m (in tubi direttamente interrati)
- 7.5 Coefficienti di correzione (k_r) ; Tabella 22 - resistività termica diversa da 1,5 K .m/W (cavi unipolari direttamente interrati)
Tabella 23 - resistività termica diversa da 1,5 K .m/W (cavi unipolari in tubi direttamente interrati)
Tabella 24 - resistività termica diversa da 1,5 K . m/W (cavi tripolari direttamente interrati)
Tabella 25 - resistività termica diversa da 1,5 K . m/W (cavi tripolari in tubi direttamente interrati)

Nelle figure riportate di seguito sono richiamate alcuni esempi dalla Tab. 52 C della Norma CEI 64-8/5 richiamati nella Presente Norma. CEI 20 (35024/1)

Tabella 52C - Esempi di condutture

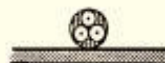
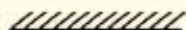
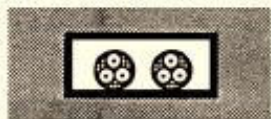
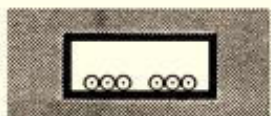
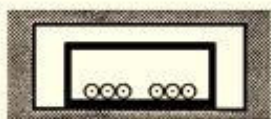
Le figure non sono destinate a rappresentare prodotti effettivi o di pratica messa in opera ma sono indicative dei metodi descritti.

Esempio	Descrizione	Rif.	Esempio	Descrizione	Rif.
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti	1		Cavi multipolari (o unipolari con guaina), con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale: — posati su o distanziati da pareti	11
Vano				— fissati su soffitti, oppure — distanziati da soffitti	11A 11B
	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati entro muri termicamente isolanti	2		— su passerelle non perforate	12
Vano				— su passerelle perforate (o su reti metalliche) con percorso orizzontale o verticale	13
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3		— su mensole	14
	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3A		— fissati da collari	15
3				— su passerelle a traversini	16
	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4		Cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi a ed incorporati in fili o corde di supporto	17
	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4A		Conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	18
4					
	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura	5			
	Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura	5A			

Esempio 11: I cavi sono posti a piccola distanza delle pareti.

Esempio 15: I cavi sono posti ad una distanza dalle pareti superiore a circa un terzo del diametro del cavo.

Esempio



Descrizione

Cavi multipolari (o unipolari con guaina), in cavità di strutture

Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture

Cavi multipolari (o unipolari con guaina), in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture

Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture

Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura

Cavi multipolari (o unipolari con guaina), in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura

Cavi multipolari (o unipolari con guaina) posati in:
 — contrasolfitti

— pavimenti sopraelevati

Rif.

21

22

22A

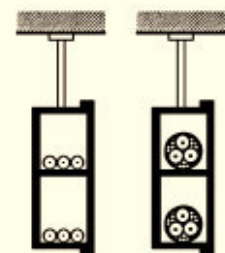
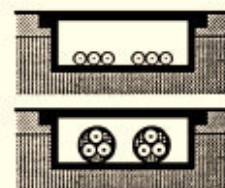
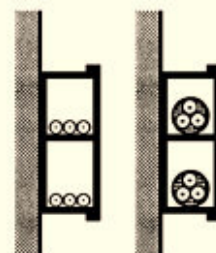
23

24

24A

25

Esempio



34

34A

Descrizione

Cavi senza guaina e cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali posati su parete:

— con percorso orizzontale

— con percorso verticale

Cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento

Cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento

Cavi senza guaina in canali sospesi

Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali sospesi

Rif.

31

32

33

33A

34

34A

NORMA CEI 64-8

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua

➤ **CEI 64-8/1 Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali**

➤ **CEI 64-8/2 Parte 2: Definizioni**

➤ **CEI 64-8/3 Parte 3: Caratteristiche generali**

➤ **CEI 64-8/4 Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza**

➤ **CEI 64-8/5 Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici**

➤ **CEI 64-8/6 Parte 6: Verifiche**

➤ **CEI 64-8/7 Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari**

NORMA CEI 81-10

PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

- **CEI: 81-10/1;EC1 Parte 1: Principi generali**
- **CEI: 81-10/2;EC1 Parte 2: Valutazione del rischio**
- **CEI: 81-10/3;EC1 Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone**
- **CEI: 81-10/4;EC1 Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture**

NORMA CEI 17-X

APPARECCHIATURE ASSIEMATE DI PROTEZIONE E DI MANOVRA PER BASSA TENSIONE (QUADRI BT)

- **CEI: 17-113 Parte 1: Regole generali**
- **CEI: 17-114 Parte 2: Quadri di potenza**

GUIDE CEI SERIE 64-5X

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

- **Classificazione CEI: 64-50 Criteri generali**
- **Classificazione CEI: 64-51 Criteri particolari per centri commerciali**
- **Classificazione CEI: 64-52 Criteri particolari per edifici scolastici**
- **Classificazione CEI: 64-54 Criteri particolari per locali di pubblico spettacolo**
- **Classificazione CEI: 64-55 Criteri particolari per strutture alberghiere**
- **Classificazione CEI: 64-57 Impianti di piccola produzione distribuita**

I SISTEMI DI DISTRIBUZIONE in BT

(e modo di collegamento a terra del neutro)

In BT il neutro viene quasi sempre gestito a terra per motivi di sicurezza; così i dispositivi di protezione scattano rapidamente in caso di guasto. Gli aspetti da considerare nella scelta dello stato del neutro nelle reti di BT sono i seguenti:

- **Sicurezza delle persone**
- **Continuità del servizio**
- **Protezione contro i guasti a terra**
- **Sovratensioni**

Il Generico Sistema Di Distribuzione In BT Posto A Valle Della Cabina Di Trasformazione Mt/Bt è Composto Da Tre Conduttori Di Fase Più Un Conduttore Di Neutro Collegato Al Centro Stella Del Trasformatore.



LE MODALITÀ DI CONNESSIONE A TERRA

IL NEUTRO DEI SISTEMI TRIFASI PUÒ ESSERE:

- **MESSO A TERRA**
- **ISOLATO DA TERRA**

LE MASSE DELLE INSTALLAZIONI.

- **CONNESSE A TERRA**
- **AL NEUTRO MESSO A TERRA**

ESPLICITANDO MEGLIO

- *limitare il potenziale dei conduttori attivi rispetto alla terra nel normale funzionamento;*
- *contenere, nel caso di difetto di isolamento, le tensioni tra le masse e la terra;*
- *consentire l'intervento dei dispositivi di protezione per l'eliminazione del guasto a terra;*
- *limitare la crescita del potenziale dovuto ai guasti originati dalla rete a media tensione;*
- *contenere la crescita del potenziale, quando il fulmine interessa l'installazione o la rete di alimentazione.*

LO SCHEMA DI COLLEGAMENTO A TERRA VIENE DEFINITO TRAMITE DUE LETTERE DISTINTE:

PRIMA LETTERA relativa alla situazione del sistema di alimentazione verso terra

Sono previste due opzioni:

1^a T = collegamento a terra di un punto (normalmente il conduttore neutro)

2^a I = isolamento da terra oppure collegamento a terra tramite impedenza

SECONDA LETTERA relativa alla situazione delle masse verso terra

Sono previste due opzioni:

1^a T = masse collegate direttamente a terra

2^a N = masse collegate al neutro messo a terra

Sono previste eventuali lettere successive, che possono essere :

S = funzioni di neutro e di protezione svolte da conduttori separati

C = funzioni di neutro e di protezione svolte da un unico conduttore (conduttore PEN)

I SISTEMI DI COLLEGAMENTO A TERRA

Attualmente sono utilizzati i seguenti schemi di connessione del neutro e delle masse a terra:

A) NEUTRO E MASSE CONNESSI A TERRA CON SISTEMI SEPARATI - TT

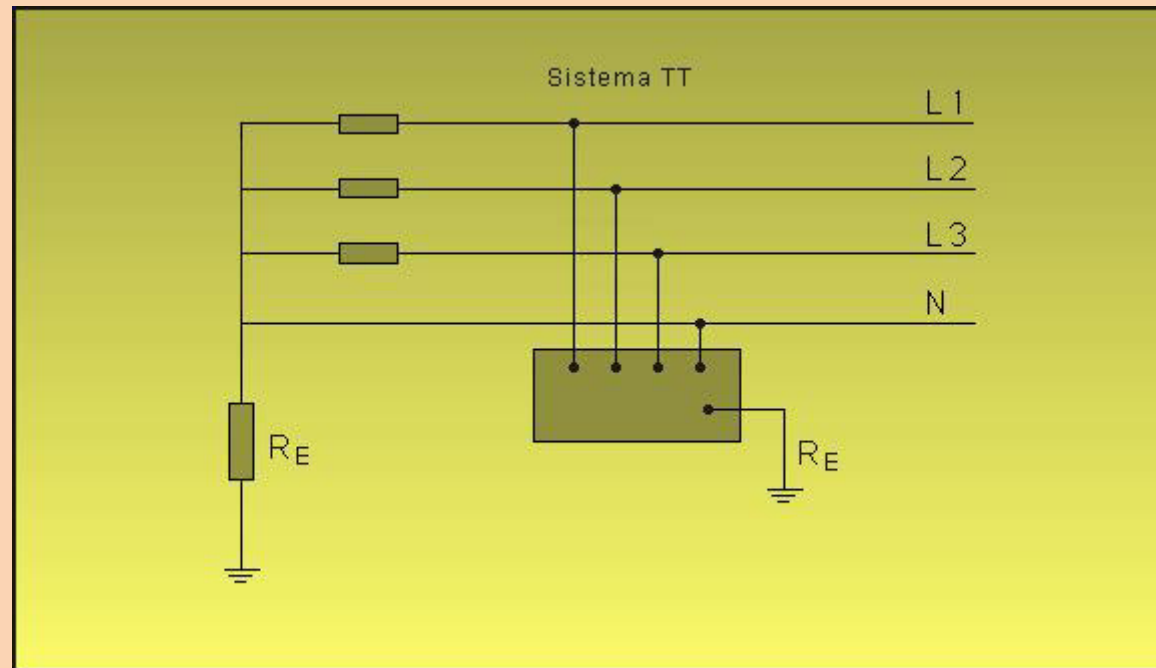


Fig. 1 - Sistema TT

B) NEUTRO E MASSE CONNESSI AL MEDESIMO IMPIANTO DI TERRA TN.

B1) TN-C

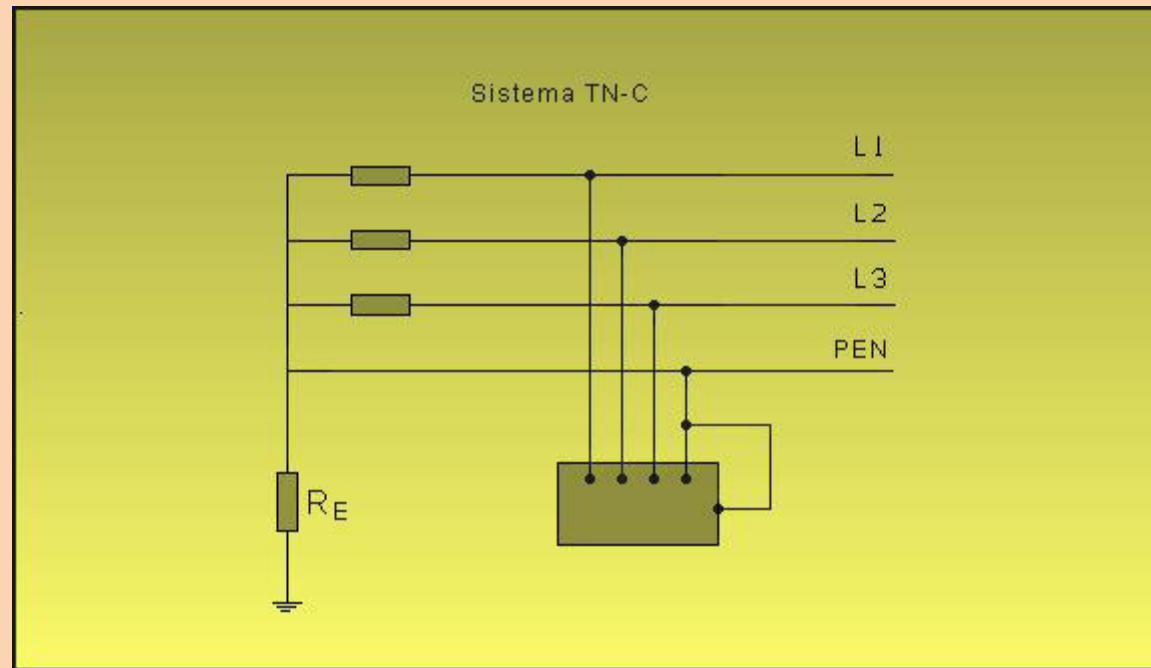


Fig. 2 - Sistema TN-C

B2) TN-S

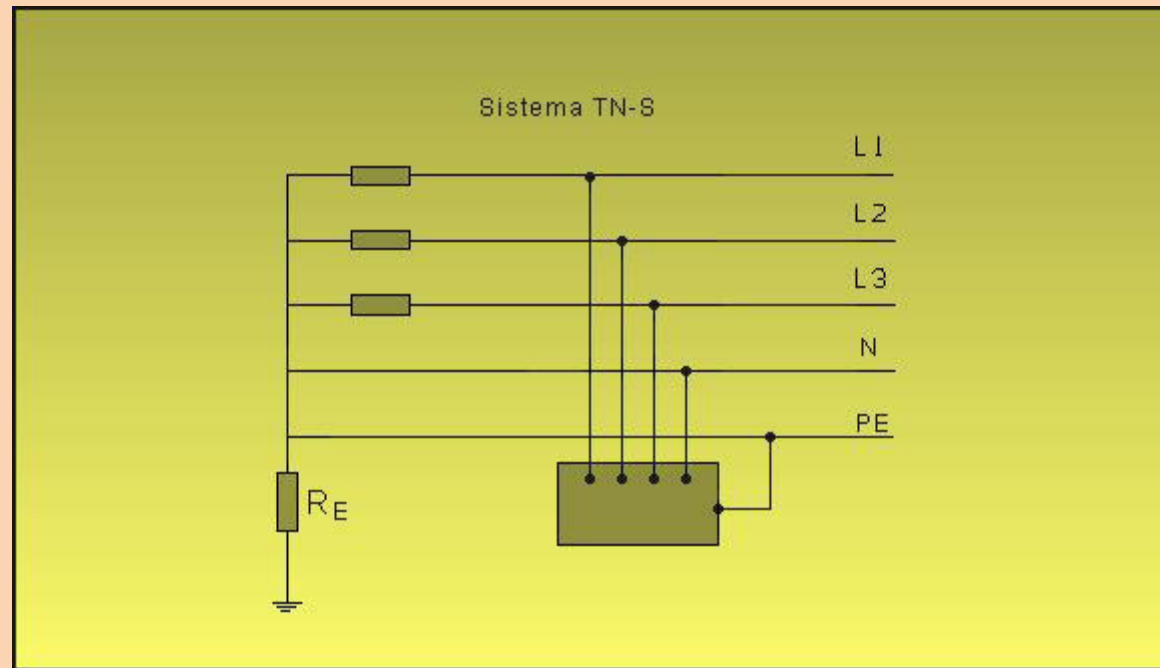


Fig. 3 - Sistema TN-S

B3) COMBINATO TN-C-S

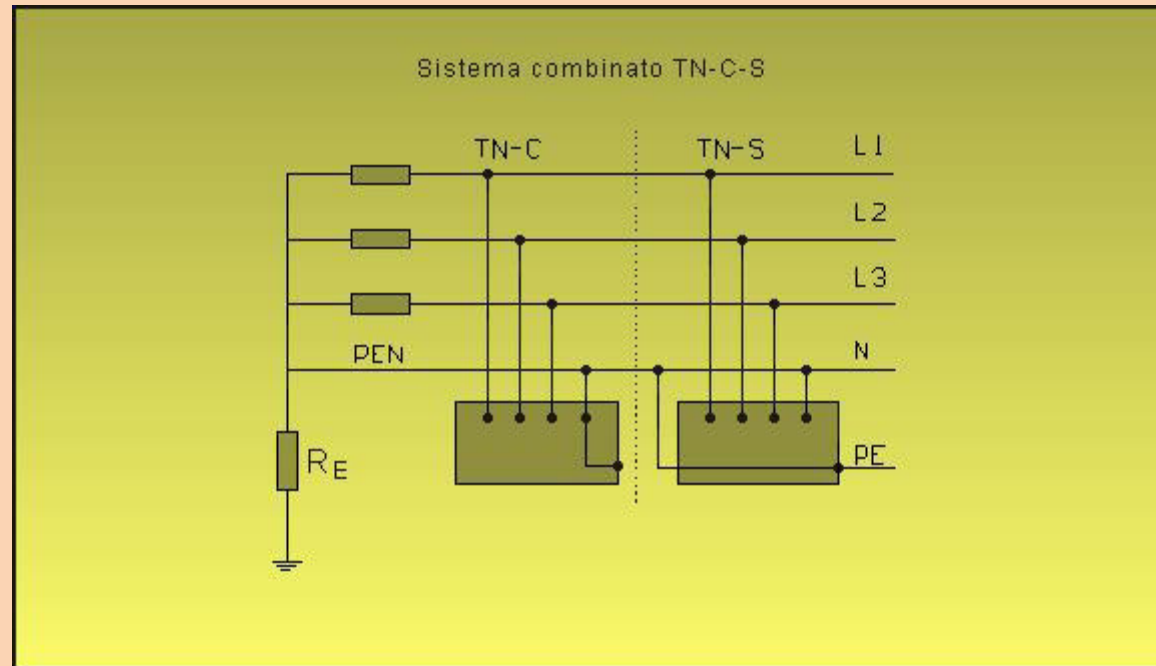


Fig. 4 - Sistema TN-C-S

C) NEUTRO ISOLATO E MASSE CONNESSE A TERRA - IT

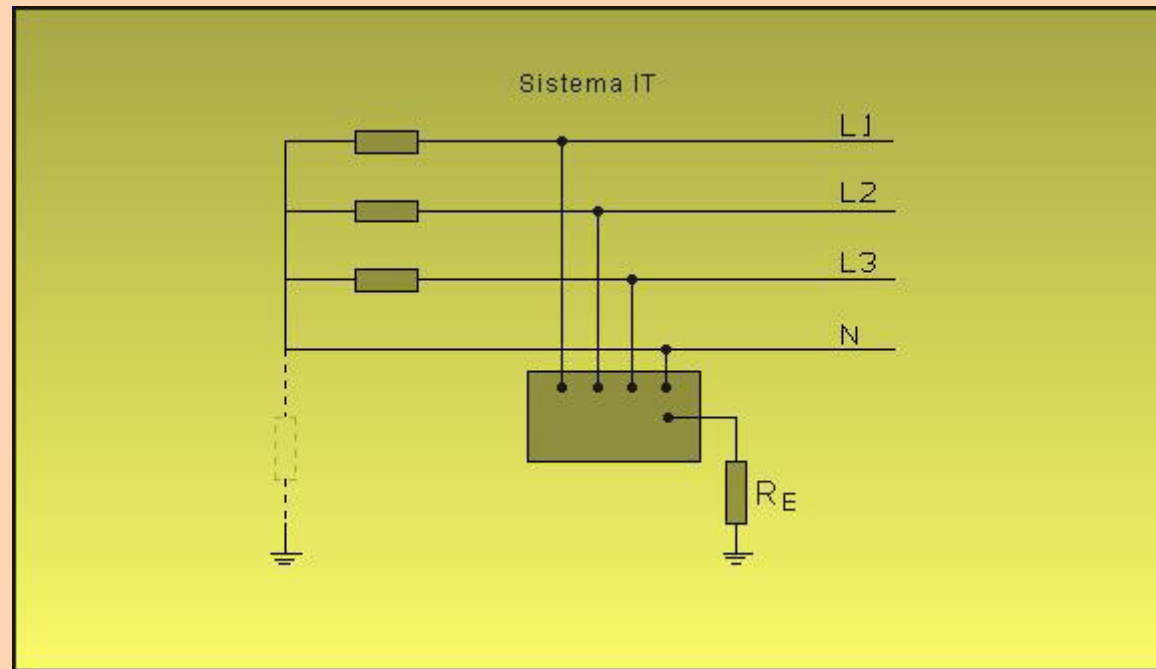


Fig. 5 - Sistema IT

Gli schemi esaminati hanno la medesima finalità al riguardo della protezione delle persone e dei beni e cioè il controllo e la limitazione degli effetti dovuti ai guasti degli isolamenti nelle masse; inoltre sono da considerarsi equivalenti sul piano della sicurezza per le persone e gli animali contro i contatti indiretti.

- **IN ITALIA IL SISTEMA PIÙ DIFFUSO È IL SISTEMA DI TIPO **TT** IN QUANTO RISERVATO AGLI IMPIANTI ALIMENTATI DAL DISTRIBUTORE PUBBLICO IN BASSA TENSIONE.**
- **IL SISTEMA DI TIPO **IT** RISULTA SCARSAMENTE IMPIEGATO.**
- **IL SISTEMA DI TIPO **TN** È UTILIZZATO PRESSO GLI UTENTI DOTATI DI PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE.**

REGOLA TECNICA
PER LA CONNESSIONE ALLE RETI
Bassa Tensione
DI UTENTI ATTIVI E PASSIVI
DELLE IMPRESE DISTRIBUTRICI
DI ENERGIA ELETTRICA

Cenni e fondamenti sulla NORMA CEI 0-21

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



APPLICAZIONE OBBLIGATORIA, UTENTI E DISTRIBUTORI DI ENERGIA

HANNO OBBLIGO DI RISPETTARLA

(download gratuito della norma dal sito CEI)

Ovvero il passaggio dalle normative di riferimento del distributore alla regola tecnica delle

Norme CEI.

In questo caso non sono norme comuni, ma poiché deliberate da organismo (ex AEEG)

indipendente AEEGSI , statuito con legge 481 del 14/11/1995

HANNO VALORE DI LEGGE .

Questa norma è gratuita

*Nuovi benefici dal passaggio a normative
Tecniche del Comitato Elettrotecnico italiano:*

A DETTARE LE REGOLE DI CONNESSIONE È UN ORGANISMO SUPER PARTES

*Questa norma definisce i criteri tecnici per la connessione degli Utenti alle reti elettriche di
distribuzione con tensione nominale in corrente alternata*

fino a 1kV compreso.

Inoltre, per gli Utenti attivi:

- *definisce l'avviamento, l'esercizio ed il distacco dell'impianto di produzione;*
- *evita che gli impianti di produzione possano funzionare in isola su porzioni di reti del distributore.*

La Norma si applica a tutte le reti delle imprese distributrici di energia elettrica

La Norma si applica agli impianti elettrici degli Utenti dei servizi di distribuzione e di connessione alle reti di distribuzione.

GLI UTENTI DELLA RETE SONO I SOGGETTI TITOLARI DI:

- impianti di utilizzazione (**Utenti passivi**) connessi alle reti BT di distribuzione dell'energia elettrica,
- impianti destinati all'alimentazione di veicoli elettrici (stazioni di carica batterie per veicoli elettrici);
- impianti destinati all'alimentazione di impianti di illuminazione pubblica (impianti insistenti in tutto o in parte su suolo pubblico);
- impianti temporanei/provvisori per cantieri, (forniture circhi, ecc.);
- impianti di produzione (**Utenti attivi**) connessi alle reti di distribuzione dell'energia elettrica riguardanti installazioni fisse, mobili o trasportabili, che convertono ogni forma di energia utile in energia elettrica, collegati in parallelo alle reti BT del Distributore in modo continuativo, di breve durata, oppure funzionanti in isola su una rete del produttore;.....

Per gli utenti attivi in impianti con potenza di generazione inferiore a 1 kW, valgono le sole prescrizioni relative agli impianti passivi

LA NORMA SI APPLICA ALLE NUOVE CONNESSIONI

DEFINIZIONI DELLA NORMA

3.47 POTENZA NOMINALE

POTENZA APPARENTE MASSIMA A CUI UN GENERATORE ELETTRICO O UN TRASFORMATORE POSSONO FUNZIONARE CON CONTINUITÀ IN CONDIZIONI SPECIFICATE (KVA).

Per generatori tradizionali ed eolici, come potenza nominale può essere indicata la potenza attiva del gruppo di generazione a $\cos\phi$ nominale (kW).

Nel caso di generatori FV, la potenza attiva massima erogabile è limitata dalla potenza nominale dell'inverter, qualora questa sia minore della somma delle potenze dei moduli FV.

3.61 BIS SISTEMA DI ACCUMULO

Insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete di distribuzione. Il sistema di accumulo (Energy Storage System, ESS) può essere integrato o meno con un generatore/impianto di produzione (se presente).

3.65 UTENTE DELLA RETE (UTENTE)

Soggetto che utilizza la rete per immettere e/o prelevare energia elettrica. Gli Utenti della rete sono individuati in PASSIVI e ATTIVI

3.66 Utenti attivi

Utenti che utilizzano qualsiasi macchinario (rotante o statico) che converta ogni forma di energia utile in energia elettrica in corrente alternata previsto per funzionare in parallelo (anche transitorio) con la rete. A questa categoria appartengono anche tutti gli utenti che installano sistemi di accumulo diversi dagli UPS

3.67 Utenti passivi

Tutti gli Utenti non ricadenti nella definizione precedente

BASSA E MEDIA TENSIONE

Utenti di bassa tensione: *connessione con schema TT con tensione nominale 230/400V e potenza nominale inferiore a 100 kW*

Utenti di media tensione: *connessione con tensione nominale > 1 kV.*

a) con potenza superiore a 200 kW

b) a discrezione del distributore $100 \text{ kW} < P < 200 \text{ kW}$

Tabella 6 – Soluzioni indicative per la connessione alle reti di distribuzione BT

	Potenza ⁽¹⁵⁾ (15) [kW]	Rete	A/F	B	C	D	E
			in antenna da cabina MT/BT	in derivazione rigida	in derivazione a T con dispositivo di sezionamento verso l'utente	in derivazione a T da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema D)	in derivazione a T da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema E)
Utenti passivi/attivi	1,5 – 6,6	BTm	–	X	X	–	–
		BT	–	X	X	–	–
	6,6 – 33	BT	–	X	X	X	X
	33 – 100	BT	X	–	X	X	X
	100 - 200	BT	X	–	–	–	X
		MT	nc	nc	nc	nc	nc

Legenda

Potenza:

per gli Utenti passivi si deve intendere la potenza disponibile;

per gli Utenti attivi si deve intendere il massimo tra la potenza in immissione richiesta e la potenza

disponibile.

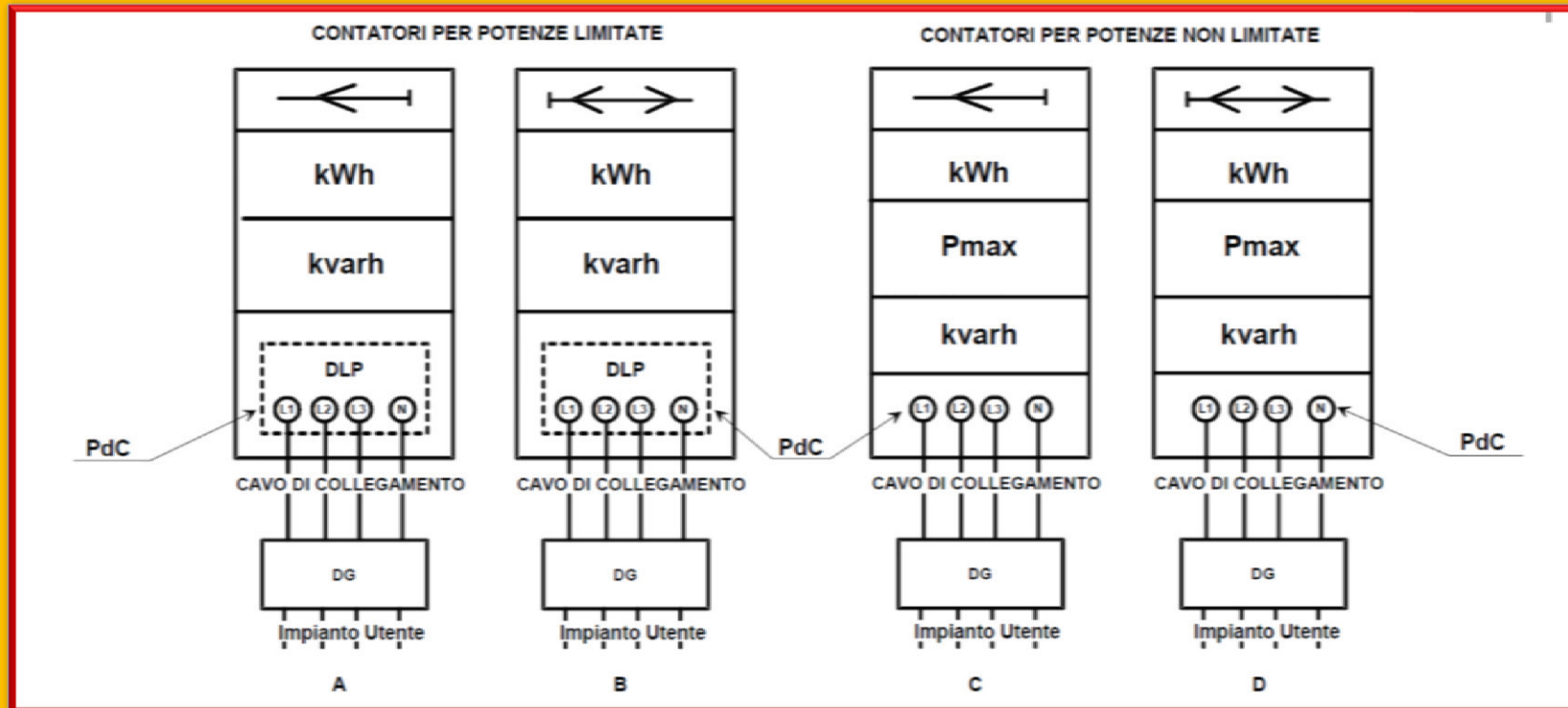
BTm : connessione monofase

x : soluzione generalmente utilizzata

– : soluzione generalmente non utilizzata

nc : casistica non considerata in questa Tabella

Figura 3 – Schema di collegamento per utenze passive ed attive con immissione parziale dell'energia elettrica prodotta o per utenze attive con immissione totale di energia (fino a 20 kW) – Misure dirette



NOTA 1 Le potenze reattive devono essere misurate per potenze disponibili superiori a 16,5 kW

Legenda

Schema A Utente passiva limitata - **Schema B** Utente attiva limitata

Schema C Utente passiva non limitata - **Schema D** Utente attiva non limitata

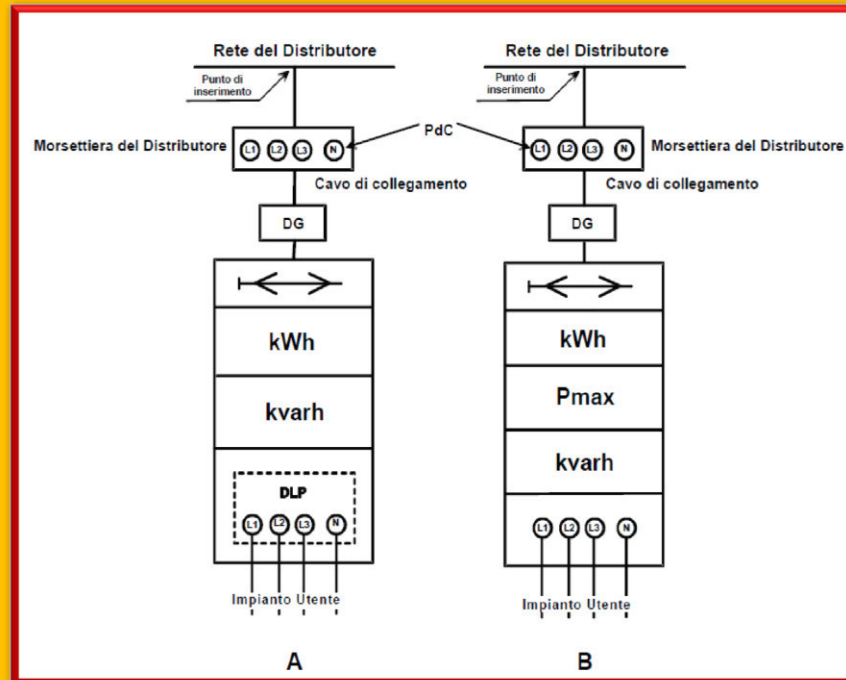
DLP Eventuale dispositivo per la limitazione della potenza attiva

DG Dispositivo di protezione generale dell'Utente

PdC Punto di Connessione alla rete

NB – Gli schemi B e D sono relativi a utenze con immissione parziale dell'energia o per utenze con immissione totale di energia con potenza disponibile in immissione fino a 20KW per le quali è previsto un secondo contatore per la misura dell'energia prodotta

Figura 4 – Schema di collegamento di utenze con immissione totale dell'energia e misura diretta (oltre 20 kW)



Legenda

Schema A Utenza eventualmente limitata con immissione totale dell'energia prodotta

Schema B Utenza non limitata con immissione totale dell'energia prodotta e con potenza disponibile in immissione oltre i 20 KW

PdC Punto di connessione (morsettiera del Distributore)

DG Dispositivo di protezione generale dell'Utente

VALORI NOMINALI DELLE TENSIONI

PER LA DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

Secondo la legge 8 marzo 1949, n. 105 i livelli stabiliti erano $U_n : 220/380 \text{ V}$.

Legge abrogata.

Dal 24/1/2012 , secondo quanto previsto dalla Norma CEI 8-6, il
Decreto 24 Gennaio 2012, n.1 :

"Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture
e la competitività",

all'art. 21, impone che i livelli di tensione per i sistemi di distribuzione
BT siano:

Tensioni nominali :

(Un): 230 V monofase

(Un): 400 V trifase

5 Caratteristiche delle reti BT dei Distributori

Nel seguito si descrivono le caratteristiche principali delle reti BT dei Distributori; tali caratteristiche devono essere prese in considerazione per il collegamento degli Utenti alle reti stesse.

5.1 Caratteristiche strutturali

5.1.1 Livelli di tensione e frequenza

Nelle reti BT la tensione nominale U_n vale:

230 V per le forniture monofase;

400 V per le forniture trifase.

La frequenza nominale (f_n) è di 50 Hz

Alcune porzioni del sistema BT sono ancora esercite con tensione diversa (ad esempio, 220 V fase-fase).

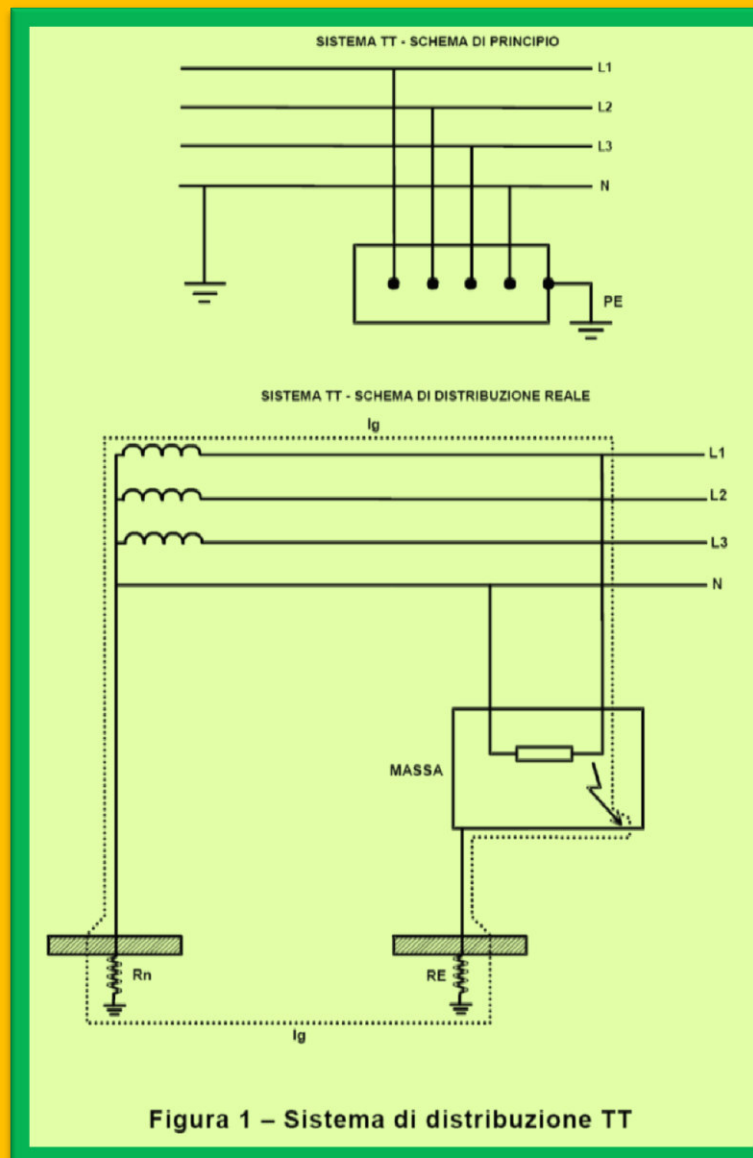
5.1.2 Stato del neutro – collegamento a terra delle masse dell'impianto utente

La rete BT del Distributore è gestita con neutro direttamente a terra.

Il neutro viene distribuito ed è fatto divieto agli Utenti di impiegare il neutro come conduttore di protezione, nonché di collegare il neutro del Distributore alla terra di protezione dell'impianto di utenza.

Dal punto di vista della sicurezza, il sistema impiegato è di tipo TT, come definito nella Norma CEI 64-8 art. 312.2.2.

La Figura seguente, estratta dalla norma, schematizza il sistema TT.



Onde consentire il corretto intervento dei dispositivi di protezione di tipo differenziale (riconosciuti dalla Norma CEI 64-8 quali unici dispositivi praticamente adottabili ai fini del conseguimento della sicurezza contro i contatti indiretti) è necessario che:

- **la messa a terra del neutro da parte del Distributore abbia un valore di R_n (vedi Figura 1) inferiore a 180Ω ;**
- **la resistenza R_E (che ricade sotto la responsabilità dell'Utente) abbia un valore opportunamente coordinato con i requisiti indicati nella Norma CEI 64-8 art. 413.1.4.**

La sussistenza di tale condizione deve essere verificata dal Distributore su richiesta dell'Utente, qualora si rilevi che il superamento del limite di 180 Ohm impedisca il corretto funzionamento delle protezioni differenziali dell'Utente medesimo. In questi casi l'Utente è tenuto a trasmettere al Distributore il rapporto tecnico comprovante il mancato funzionamento delle protezioni differenziali, redatto dall'impresa installatrice abilitata ai sensi del DM 37/08, ovvero da professionista iscritto all'albo, ovvero da ente di verifica di cui al DPR 462/01 (ASL, ARPA, INAIL o organismo abilitato).

5.1.3 Corrente di cortocircuito MASSIMA nel PdC (Punto di Connesione)

(ai fini del dimensionamento delle apparecchiature)

I valori seguenti sono determinati assumendo una corrente di cortocircuito trifase dei morsetti alla sbarra BT, o alla sezione BT di cabina secondaria, non superiore al valore pianificato di 16 kA.

Il valore della corrente di cortocircuito massima, da considerare per la scelta delle apparecchiature dell'Utente, è convenzionalmente assunto pari a:

Icc	Potenza	Fornitura
6 kA	= 10 kW	Monofase
10 kA	= 33 kW	Trifase
15 kA	> 33 kW	Trifase
6 kA	Fase-neutro	Trifase

Tabella 4 – Fattore di potenza della corrente di cortocircuito

Valore della corrente di cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza
I = 6	0,7
I = 10	0,5
10 < I ≤ 20	0,3

I valori convenzionali della corrente di cortocircuito si basano su una taglia massima del trasformatore MT/BT nella cabina di distribuzione pari a 630 kVA (tensione di cortocircuito del 6%). I Distributori non potranno utilizzare trasformatori con potenza superiore

5.1.3.1 Corrente di cortocircuito trifase MINIMA nel punto di connessione

Valore minimo della corrente di cortocircuito trifase simmetrica nel punto di connessione, comunicato dal Distributore su richiesta dell'Utente con potenza disponibile superiore a 33 kW.

Tale valore deve essere calcolato nelle condizioni di:

- **Assenza Di Generazione;**
- **Assenza Di Motori;**
- **Assetto Di Esercizio Con Corrente Di Cortocircuito Minima.**

5.2.3 Eliminazione dei guasti

Le reti di distribuzione BT sono generalmente protette contro le sovracorrenti mediante dispositivi di protezione a massima corrente.

Il Distributore è comunque tenuto ad evitare le masse nell'impianto di rete per la connessione presso l'utenza.

Il sistema di protezione della rete BT è strutturato e coordinato in modo da operare l'eliminazione di cortocircuiti in tempi correlati alle prestazioni delle apparecchiature di manovra e dei sistemi di protezione che la tecnologia rende disponibili.

Non sono adottate misure di protezione (di tipo elettrico) contro l'interruzione di uno o più conduttori di fase (anche per intervento di fusibili) o del conduttore di neutro.

• Il Distributore è comunque tenuto a mantenere la continuità del conduttore di neutro, evitando che gli apparecchi monofase degli utenti possano essere alimentati in serie tra due fasi.

• L'Utente deve invece provvedere alla protezione per mancanza di fase delle utenze trifase.

In ogni caso, le protezioni adottate dal Distributore per la propria rete non hanno lo scopo di proteggere gli impianti di Utente; di conseguenza la protezione di tali impianti è esclusivamente a carico dell'Utente stesso.

6.3 Determinazione del livello di tensione e del punto di connessione

Consiste nella scelta della tipologia di connessione e del punto della rete nel quale inserire l'impianto. Tali scelte sono operate dal Distributore sulla base dei dati di seguito elencati.

1. **Potenza disponibile in prelievo; potenza disponibile in immissione**
2. **Dislocazione dei carichi circostanti sia nell'assetto della rete attuale che previsionale.**
3. **Caratteristiche della rete limitrofa.**
4. **Contributo dei generatori alla potenza di cortocircuito,**

Omissis

Tabella 5 – Valori indicativi di potenza che è possibile connettere sui differenti livelli di tensione delle reti di distribuzione

Potenze kW	Livello di tensione della rete
≤ 100	BT
>100 ÷ ≤ 200	BT o MT

7 CONNESSIONE ALLA RETE

7.1 Schemi di inserimento

Gli schemi di principio inerenti l'inserimento nella rete del Distributore degli impianti di connessione sono riportati nella Figura 2 (dove a sinistra è illustrata la situazione prima della connessione e a destra la situazione dopo la connessione del nuovo Utente).

7.1.1 Inserimento in antenna da cabina MT/BT esistente (schema A)

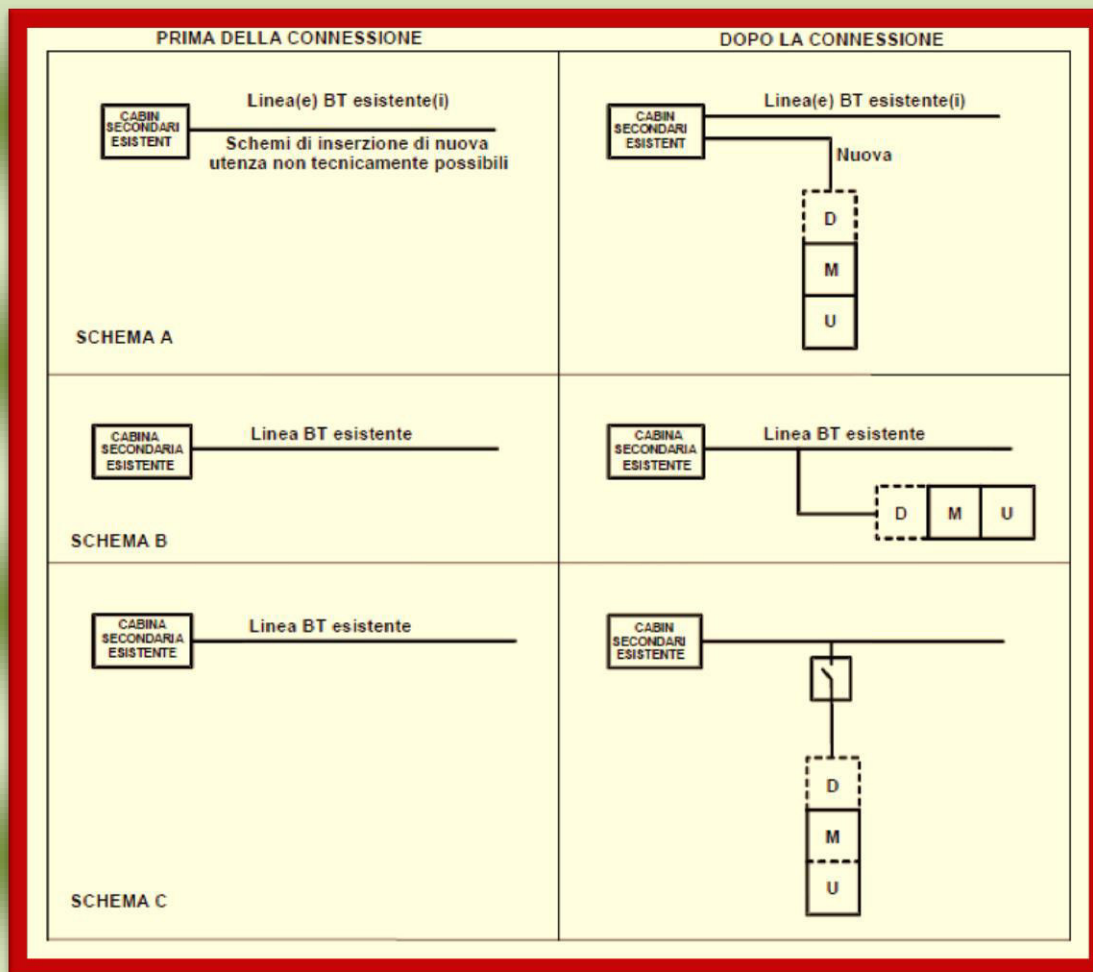
L'inserimento prevede la realizzazione di una linea alimentata direttamente dalla cabina secondaria MT/BT al fine di consentire la connessione di un'utenza. Tale tipologia d'inserimento può essere adottata qualora gli schemi di inserzione lungo una linea esistente non siano ammissibili dal punto di vista tecnico.

7.1.2 Inserimento in derivazione rigida a T su una linea esistente (schema B)

Per inserimento rigido a T, s'intende l'inserimento mediante una derivazione da una linea BT esistente di un tratto di linea.

7.1.3 Inserimento in derivazione a T su una linea esistente con dispositivo di sezionamento verso l'utente (schema C)

Per inserimento a T, s'intende l'inserimento mediante una derivazione da una linea BT esistente di un tratto di linea con un dispositivo di sezionamento e/o protezione.



Inserimento in antenna

Inserimento in derivazione rigida a T

Inserimento in derivazione a T

Figura 2 – Schemi di inserimento dell'impianto di Utente

Legenda:

D = impianto di rete per la connessione

M = misura

U = impianto di Utente (vedere la definizioni 3.30 e 3.31)

7.1.4 Inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema D)

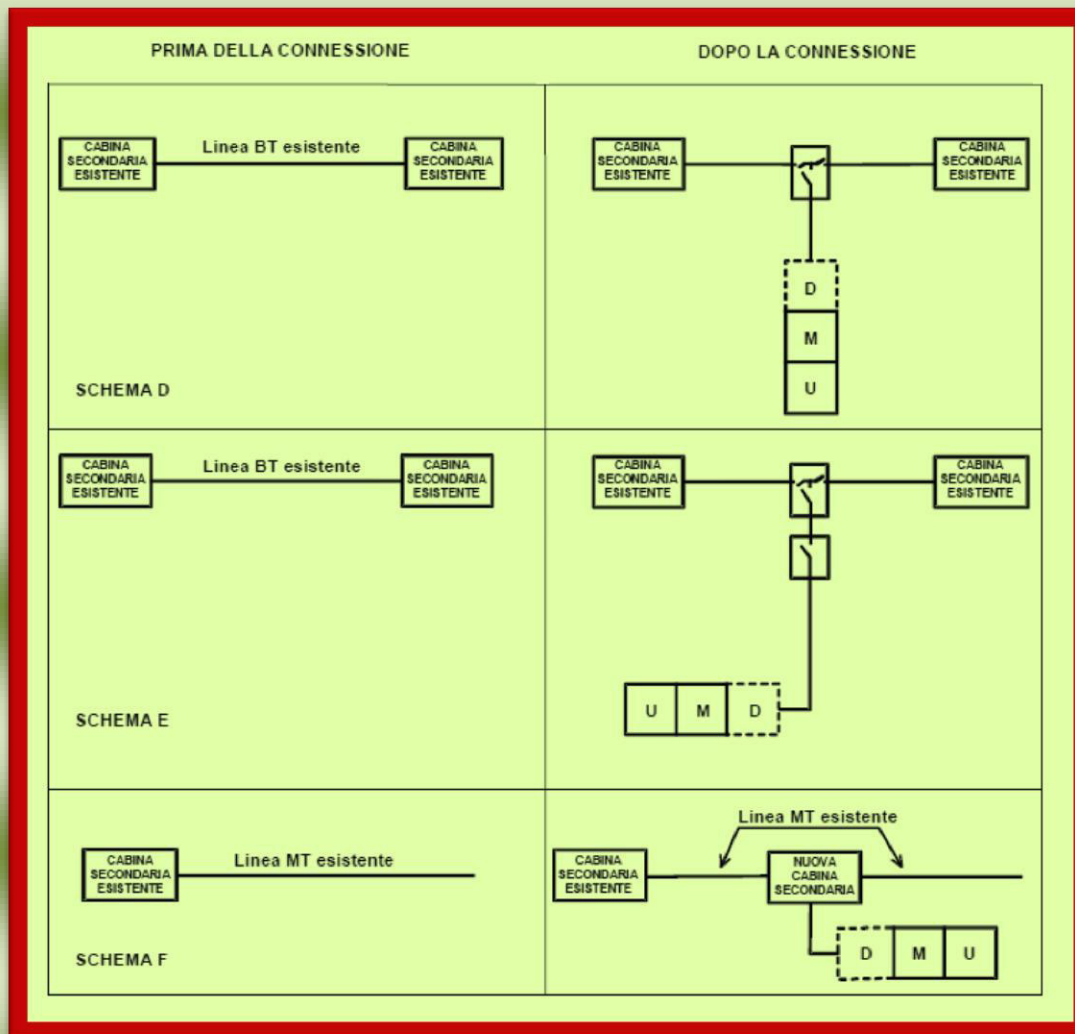
Per inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente, s'intende l'inserimento mediante una derivazione da una linea BT esistente di un tratto di linea con origine dalla cassetta medesima con un dispositivo di sezionamento verso l'utenza eventualmente equipaggiato con un dispositivo di protezione.

7.1.5 Inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema E)

Per inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente, s'intende l'inserimento mediante una derivazione da una linea BT esistente di un tratto di linea con origine dalla cassetta medesima con due dispositivi di sezionamento verso l'utenza eventualmente equipaggiato con un dispositivo di protezione.

7.1.6 Inserimento in antenna da cabina MT/BT di nuova installazione (schema F)

L'inserimento prevede la realizzazione di una cabina secondaria MT/BT, nonché di una nuova linea direttamente sottesa dalla medesima cabina al fine di consentire la connessione di un'utenza. Tale tipologia d'inserimento può essere adottata qualora, in relazione alle condizioni della rete BT, vi siano motivate esigenze del Distributore (insufficienti margini di potenza da CS esistenti, elevate richieste di potenza da parte dell'Utente).



Inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema D)

Inserimento in derivazione da cassetta di sezionamento su una linea esistente (schema E) con due dispositivi di sezionamento verso l'utenza eventualmente equipaggiato con un dispositivo di protezione.

Inserimento in antenna da cabina MT/BT di nuova installazione (schema F)

L'inserimento prevede la realizzazione di una cabina secondaria MT/BT, nonché di una nuova linea direttamente sottesa dalla medesima cabina

Figura 2 - Schemi di inserimento dell'impianto

di Utente

Legenda:

D = impianto di rete per la connessione

M = misura

U = impianto di Utente

7.4 Regole tecniche di connessione comuni a tutte le categorie di Utenti

.....

7.4.1 Punto di connessione (PdC)

Il punto di connessione coincide con i morsetti di valle del contatore per tutti gli Utenti ad eccezione di quelli Attivi con potenza disponibile in immissione superiore a 20kW ed immissione totale dell'energia prodotta; in quest'ultimo caso il PdC coincide con una morsettiera posta dal Distributore a monte del contatore (vedere sulle norme Figura 5 - Schema B).

Il punto di connessione è solitamente collocato al limite di proprietà e direttamente accessibile da pubblica via.....

7.4.2 Caratteristiche dei componenti elettrici

Le prescrizioni seguenti si applicano sia all'impianto di rete per la connessione che all'impianto di utenza (limitatamente al PdC e DG).

Tutte le parti di impianto e le apparecchiature devono essere realizzate a regola d'arte; a tal fine è sufficiente che siano conformi alle norme tecniche in vigore al momento dell'invio all'Utente della soluzione tecnica minima per la connessione.

I componenti dell'impianto di utenza (rilevanti ai fini dell'affidabilità e della continuità del servizio della rete, quali sono in generale DG, DDI, SPI) devono essere forniti da costruttori con sistema di gestione per la qualità certificato.

.....

7.4.3 Impianto di rete per la connessione

La realizzazione, la manutenzione, la riparazione e l'esercizio dell'impianto di rete per la connessione sono di pertinenza del Distributore.

7.4.3.1 Punti di prelievo

Per i punti di prelievo, l'impianto di rete per la connessione comprende il contatore, inclusa la morsettiera a valle del contatore stesso; in questo caso, ai sensi del TIME (n.d.r. Testo integrato misura energia) l'installazione e la manutenzione del contatore (morsettiera inclusa) sono di competenza del Distributore.

7.4.3.2 Punti di immissione

Convenzionalmente, per i punti di immissione, l'impianto di rete per la connessione comprende la morsettiera a monte del contatore; in questo caso, ai sensi del TIME, l'installazione e la manutenzione del contatore (morsettiera esclusa) e del dispositivo generale dell'impianto sono di competenza del produttore.

7.4.4 Impianto di utenza per la connessione

L'impianto d'utenza ha origine con i morsetti di valle del contatore (o sistema di misura); pertanto, le figure del presente paragrafo riportano il contatore (o sistema di misura) medesimo per ovvia necessità di completezza. In particolare, si tratta del contatore destinato a rilevare l'energia scambiata con la rete di distribuzione.

L'impianto d'utenza consiste in:

- cavo di collegamento (costituito da un solo conduttore per ciascuno dei morsetti del contatore);
- dispositivo generale (DG), eventualmente costituito da più DGL (massimo 3 (tre))

L'Uso del DGL per la protezione dell'impianto dell'Utente in alternativa al dispositivo generale dell'Utente (DG), eventualmente costituito da più DGL, deve essere posto, nel caso più comune, immediatamente a valle del punto di connessione (PdC) e cavo di collegamento (C) di lunghezza trascurabile.

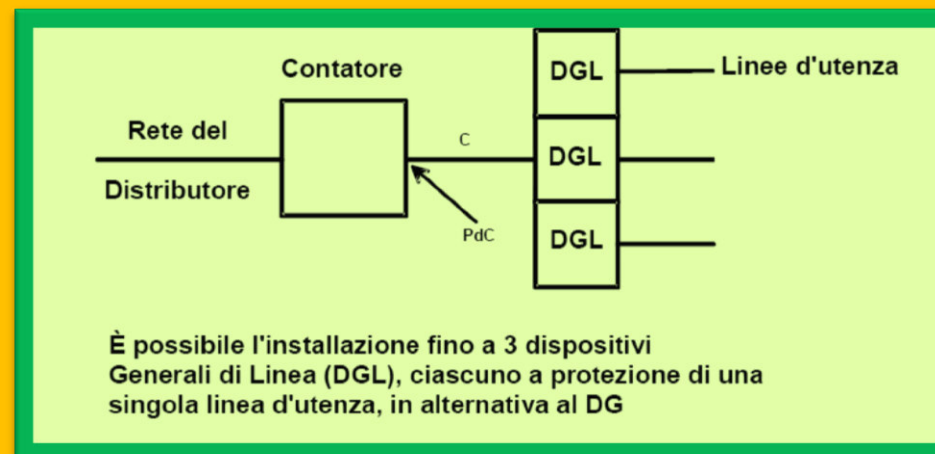
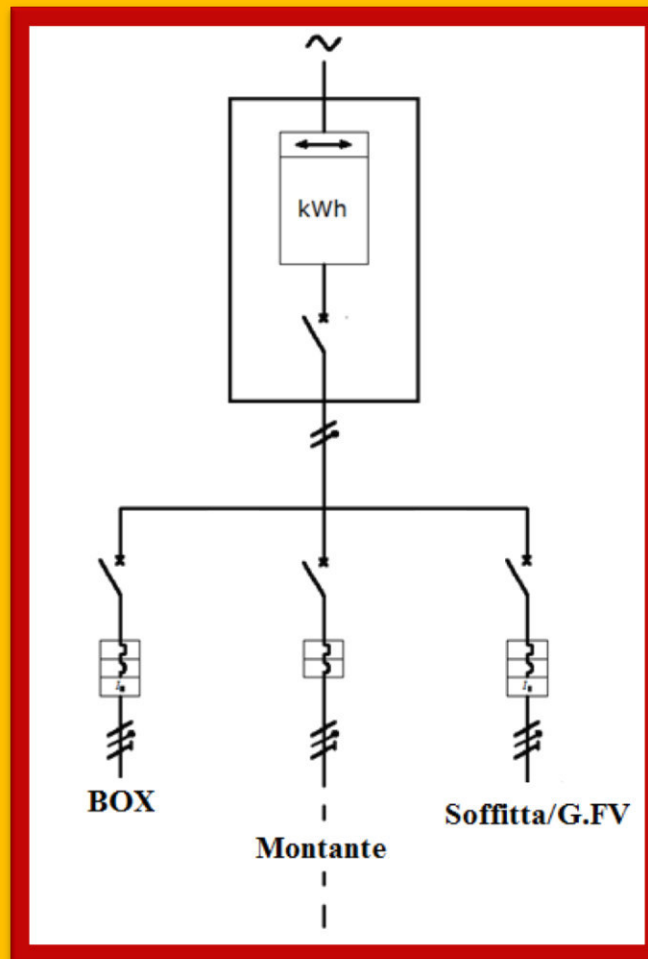
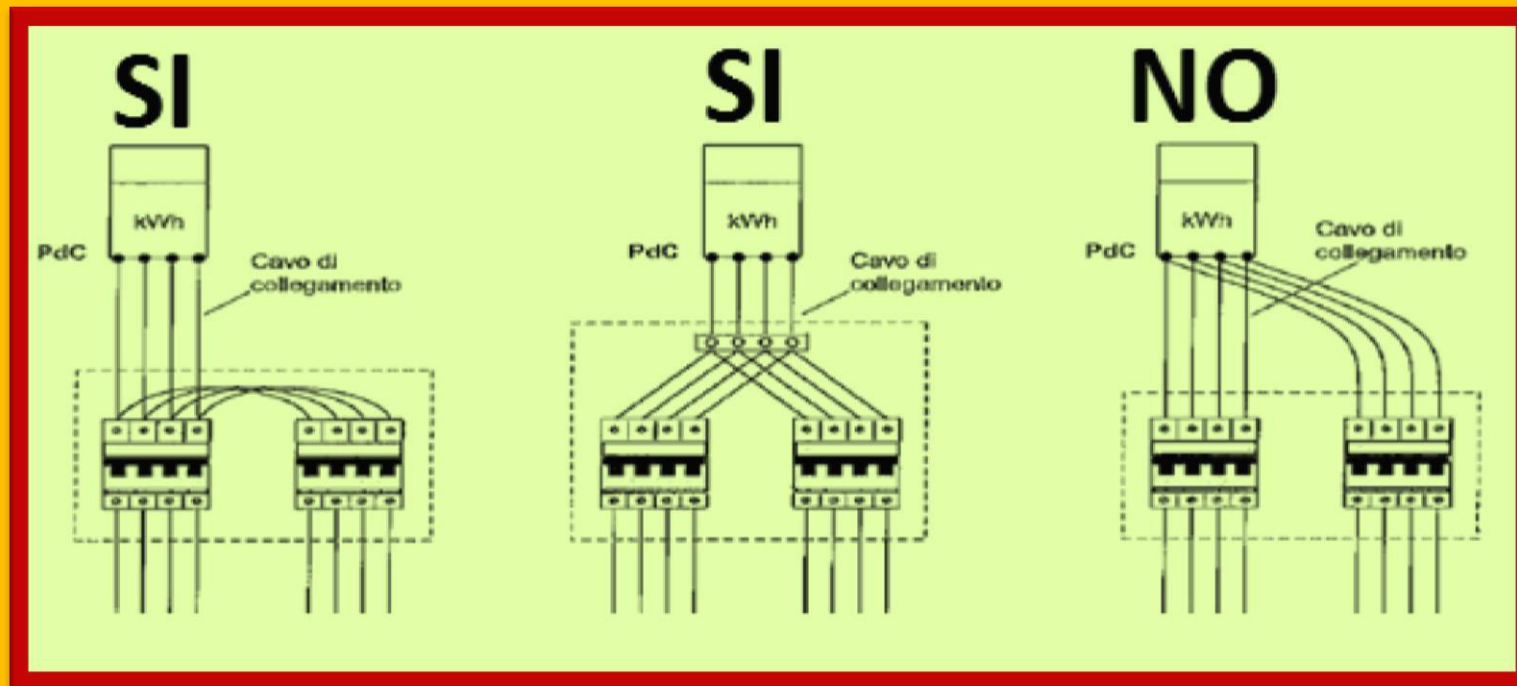


Figura 6 – Uso di DGL per la protezione dell'impianto dell'Utente in alternativa al DG

Figura 6B – Uso di DGL per la protezione dell'impianto dell'Utente in alternativa al DG



CONNESSIONI DAL PUNTO DI CONSEGNA



Il Dispositivo Generale (DG) è costituito da interruttore automatico onnipolare adatto al sezionamento.

Il suddetto interruttore deve avere un potere di interruzione (o potere di cortocircuito) non inferiore ai valori di corrente di cortocircuito nel PdC.

In alternativa, può essere impiegato anche un interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili, nel rispetto dei requisiti di cui sopra.

7.4.7 Protezione contro i contatti indiretti e sezionamento

- Il cavo di collegamento deve far parte di una condotta che non presenti masse.
- L'interruttore automatico, o di manovra, qualora presente nel contatore ed accessibile all'Utente, può essere inoltre utilizzato per il sezionamento dell'impianto utilizzatore, anche se il Distributore non è tenuto a garantire l'efficienza di tale dispositivo.
- In ogni caso, qualsiasi dispositivo di manovra accessibile all'Utente posto in corrispondenza del punto di connessione deve avere potere di interruzione e di chiusura, in condizioni di cortocircuito, adeguati alle correnti di cui al punto 5.1.3.
- È opportuno che siano isolanti anche il quadro di contatore ed anche quello utente, altrimenti sono da utilizzare protezioni differenziali contro i contatti indiretti.
- In un condominio dove nel quadro contatori sono installati molti magnetotermici differenziali, il quadro deve essere isolante per evitare che un guasto a monte di una delle protezioni mandi in tensione tutto l'impianto di terra condominiale.

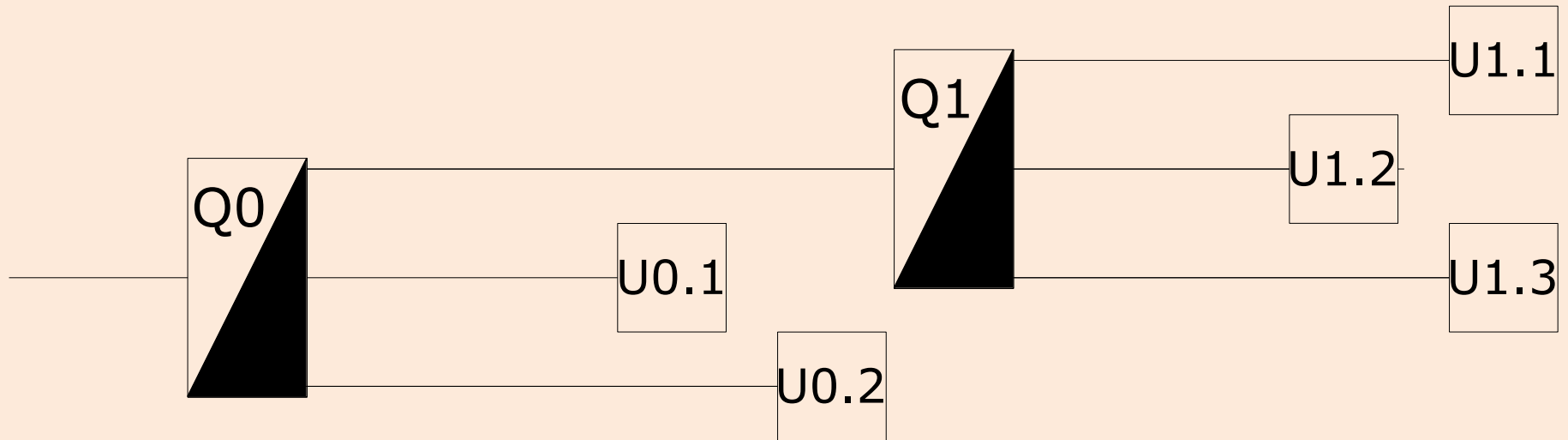
DIMENSIONAMENTO **DELLE LINEE ELETTRICHE**

LA DISTRIBUZIONE

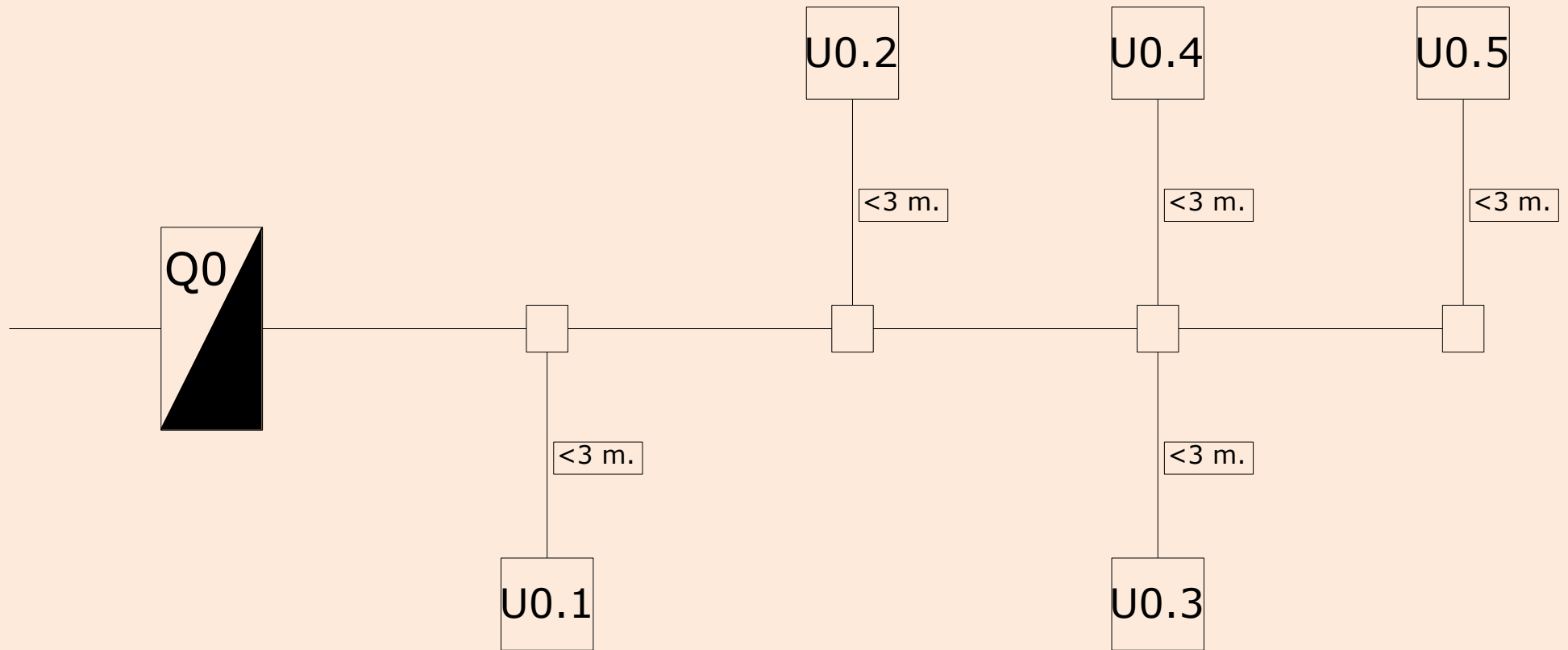
Note le condizioni al contorno (sistemi elettrici, tensioni, frequenza rete, numero e collocazione dei carichi) al progettista spetta decidere inizialmente il tipo di distribuzione.

Sono disponibili due alternative:

- **la radiale ;**



- **la dorsale.**



La radiale : consiste nell'alimentazione di ogni singola utenza con una linea specifica e dedicata. È ideale per utilizzatori di grande potenza e con funzionamento continuo (compressori, grosse presse, ascensori) perché in tali condizioni viene esattamente dimensionata la linea in relazione al carico, conseguendo un ottimo livello di affidabilità e selettività.

La distribuzione radiale, intesa come linea diretta al carico, è di semplice progettazione, in virtù della completa e relativamente facile disponibilità dei dati riguardanti le utenze di volta in volta alimentate.

Un limite della distribuzione radiale è il suo costo: richiede infatti l'impiego di molto rame e di tanti interruttori quante sono le linee.

La dorsale: si oppone concettualmente alla radiale. Su una sola linea vanno a confluire tutte le correnti degli utilizzatori senza alcun ordine o sequenza prestabiliti.

Non c'è selettività né controllo particolare sulle singole linee e il calcolo delle correnti di impiego è assai delicato e necessariamente probabilistico.

Per contro il costo è contenuto per il limitato impiego di rame e la presenza di un solo interruttore generale.

Le tipiche utenze allacciate su dorsali sono quelle a basso contenuto di potenza o con funzionamento discontinuo o addirittura saltuario (prese, lampade, elettrodomestici).

LA CORRENTE D'IMPIEGO I_b

Decisa l'architettura dell'impianto, si passa allo studio delle singole linee e dapprima se ne calcola la variabile elettrica fondamentale: la **corrente di impiego I_b** , su cui si costruirà l'intero progetto secondo le Norme CEI.

I_b è la “quantità” di corrente (in ampere) che la linea è destinata a trasportare, per soddisfare la necessità del o dei carichi alimentati.

Nel calcolo della **I_b** , il massimo impegno è richiesto nel caso delle grosse e lunghe dorsali, dove l'aleatorietà delle situazioni, le urgenze improvvise, l'aumento imprevisto e a volte permanente degli utilizzatori, possono determinare correnti I_b notevoli e per lungo tempo.

Non è disponibile a tutt'oggi alcuna formula di validità generale per quantificare esattamente la I_b e pertanto sono soprattutto l'esperienza e la lungimiranza le doti del progettista che servono per affrontare il problema.

Neppure la norma CEI 64-8, la norma impianti per eccellenza, fornisce direttive o consigli per il calcolo della **I_b** .

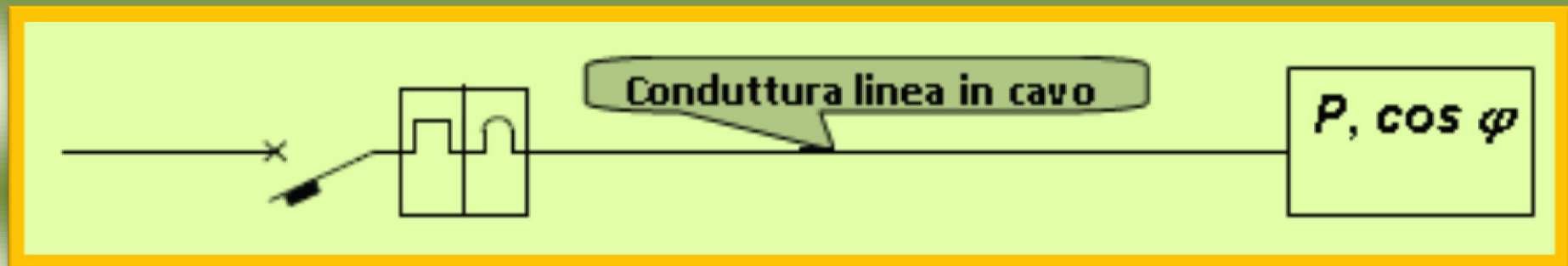
Negli esempi seguenti si faranno le posizioni appresso specificate:

- **fattore di contemporaneità K_c pari a 1**
- **coefficiente di utilizzazione dei carichi K_u anch'esso pari a 1**

Si presentano ad esempio due casi in **corrente alternata monofase (trifase)**:

a) un solo carico

$U, P, \cos\varphi$



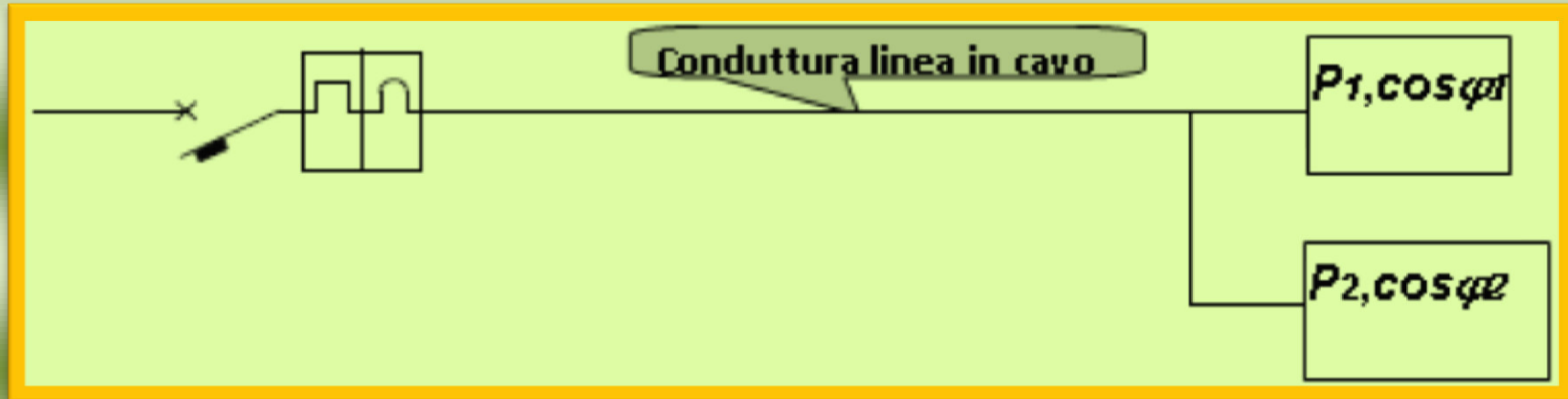
$$I_b = P / (U * \cos\varphi)$$

con P in Watt e U in Volt

$$(I_b = P / (1,73 * U * \cos\varphi))$$

b) due o più carichi (estremità conduttura):

$U, P_1, \cos\varphi_1 ; U, P_2, \cos\varphi_2$



$$I_{b1} = P_1 / (U \cos\varphi_1)$$

$$I_{b2} = P_2 / (U \cos\varphi_2)$$

$$(I_{b1} = P_1 / (1,73 * U * \cos\varphi_1))$$

$$(I_{b2} = P_2 / (1,73 * U * \cos\varphi_2))$$

Calcolato il valore delle correnti, dei due (più) carichi, in modulo si trasformano le correnti in forma (simbolica) utilizzando la notazione canonica dei numeri complessi, come di seguito esposto e nel caso di carichi “ohmico – induttivi”, con la tensione di linea “**U**” posta sull'asse reale del piano di complesso.

$$\mathbf{I1} = I_{b1} \cos\varphi_1 - j I_{b1} \sin\varphi_1 ; \mathbf{I2} = I_{b2} \cos\varphi_2 - j I_{b2} \sin\varphi_2 ; \text{ecc.}$$

Se sono presenti altri carichi si procede allo stesso modo.

La corrente risultante sarà la somma “vettoriale” delle correnti espresse in forma simbolica (numero complesso), pertanto otterremo per la corrente di impiego nella linea

$$\mathbf{I_L} = \mathbf{I1} + \mathbf{I2} + \dots \text{ecc.} = I_{r1} - j I_{i1} + I_{r2} - j I_{i2} + \dots = I_{rn} - j I_{in}$$

per cui

$$\mathbf{I_b} = \sqrt{I_{rL}^2 + I_{iL}^2}$$

La corrente I_b di cui stiamo trattando, può essere calcolata attraverso le potenze:

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

$$Q_1 = P_1 * \operatorname{tg}\varphi_1 \quad , \quad Q_2 = P_2 * \operatorname{tg}\varphi_2 \quad ; \quad \dots \quad Q_n = P_n * \operatorname{tg}\varphi_n$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

da cui :

$$I_b = S/U \quad ; \quad (I_b = S/(1,73 * V))$$

I CARICHI E LE PORTATE

Fissata la corrente di impiego I_b , il passo successivo riguarda il corretto dimensionamento della linea.

La soluzione scaturisce dall'analisi di tre diversi fenomeni fisici: il termodinamico, l'elettrico e il meccanico.

Temperatura, caduta di tensione e resistenza meccanica sono parametri da valutare; è indifferente quale dei tre affrontare per primo.

Per consuetudine e per il fatto che in bassa tensione si ha a che fare con linee relativamente corte, dove la caduta di tensione è debole, si sceglie il primo valore approssimato di sezione dallo studio termodinamico del fenomeno.

S'immagina il cavo come un corpo fisico, al cui interno si produce continuamente calore; nel caso in esame il calore è prodotto per effetto Joule (RI^2) dalla resistenza del rame del conduttore, assunta costante, percorsa dalla corrente I .

Con corrente generica, ma sinusoidale con valore efficace costante, dopo una prima fase transitoria di immagazzinamento del calore e conseguente riscaldamento, nella quale la temperatura del cavo sale, si ha una successiva condizione di regime termico. A questo punto la temperatura del cavo, giunta al massimo, si stabilizza e il calore prodotto, sempre dovuto a (RI^2) , è interamente dissipato.

Il regime termico con temperatura costante nel tempo è l'evoluzione finale del fenomeno

Esso dipende essenzialmente, oltre che dalla quantità di calore da dissipare, dalla conduttanza termica del cavo, che è funzione a sua volta della superficie esterna dissipante, dalla ventilazione, dalla temperatura ambiente, dal tipo di isolante ecc.

Nota la temperatura massima ammissibile dell'isolante è necessario limitare ad essa la salita massima e finale della funzione $\theta(t)$ che rappresenta l'andamento della temperatura nel tempo. Si può perciò desumere, per così dire a ritroso, tra gli infiniti valori disponibili di (RI^2) (al variare della corrente) proprio quello che ne è stato teoricamente responsabile. Da esso, tolto il valore "R" della resistenza, che è nota, possiamo determinare la corrente I che è fluita durante il fenomeno e che sarà perciò la massima sopportabile in quelle condizioni.

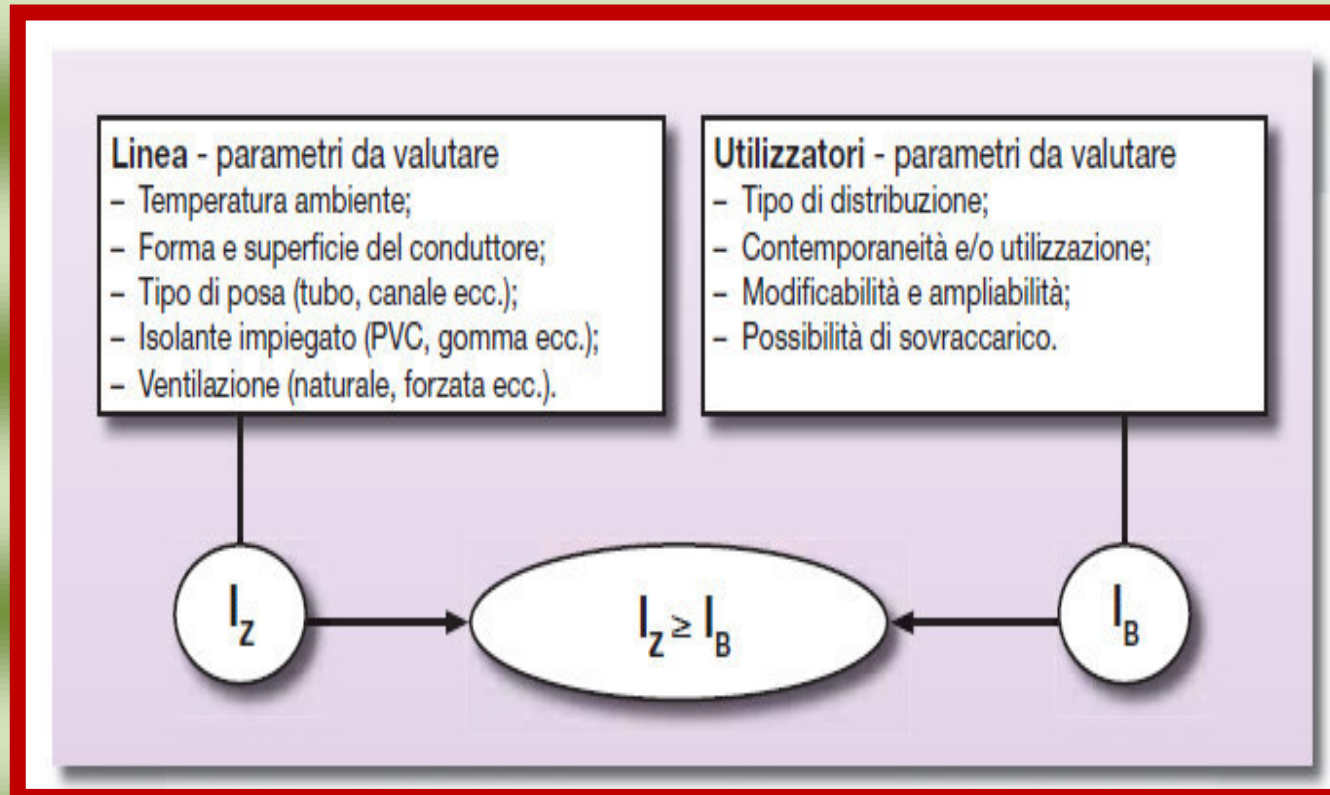
Attraverso un'indagine prevalentemente termodinamica si è così arrivati ad evidenziare una corrente che, visto il significato, si definisce:
portata in regime permanente I_Z

Ai fini del dimensionamento, questa corrente ha un significato particolare, estremamente semplice e pratico e si presta a facili tabellazioni che agevolano i progettisti.

Il legame che si deve assicurare tra I_b e I_Z è il seguente:

$$I_b \leq I_Z$$

Da tale disequazione si ricava il cavo, inteso sia come sezione (necessaria, ma ancora non sufficiente)



Si osservi che sin qui non ha avuto alcun ruolo la lunghezza delle linee, perché il fenomeno termico considerato vale qualitativamente e puntualmente per l'intera lunghezza di ciascuna linea. Qualora la stessa linea (stesso isolante e sezione) avesse diversi modi di installazione (es. prima tubo poi passerella) le considerazioni precedenti vanno fatte ovviamente lungo il tratto termicamente più sollecitato.

Dalle tabelle CEI-UNEL (vedasi ad esempio la tabella riportata che ne rappresenta un estratto) sulla scelta delle portate, si deducono alcune utili informazioni che vengono qui anticipate e precisamente:

- 1) le condizioni di posa più difficili sono, a scalare partendo dalla peggiore:
 - I) cavi sotto traccia o in cunicoli chiusi;**
 - II) cavi in tubi o canalette ventilate;**
 - III) cavi a parete o a soffitto ventilati;**
 - IV) cavi in aria, su passerelle o a funi portanti;**
 - V) cavi interrati o in tubo interrato;****
- 2) i cavi interrati, in tubo o direttamente, sono in condizioni operative migliori rispetto agli altri;**
- 3) all'aumentare della temperatura ambiente le portate si riducono più che proporzionalmente;**
- 4) la densità di corrente (A/mm²) diminuisce all'aumentare della sezione; ciò significa che hanno una portata maggiore due cavi in parallelo su una stessa fase, ciascuno da 25 mm² che un singolo cavo da 50 mm².**

Tabella CEI-UNEL 35011-72 Scelta delle portate (A) dei cavi multipolari in rame, posati in aria distanziati, per impianti in bassa tensione

Sezione (mm ²)	PVC o gomma comune			Gomma G5 o polietilene		
	Bipolari	Tripolari	Tetrapolari	Bipolari	Tripolari	Tetrapolari
1,5	19,5	17,5	15,5	24	22	19,5
2,5	26	24	21	33	30	26
4	35	32	25	45	40	35
6	46	41	36	58	52	46
10	63	57	50	80	71	63
16	85	76	68	107	96	85
25	112	101	89	142	127	112
35	138	125	111	175	157	138
50	168	151	134	212	190	168
70	213	192	171	270	242	213
95	258	232	207	327	293	258
120	299	269	239	379	339	299

LE SOVRACORRENTI

La scelta iniziale della sezione del cavo, in funzione delle esigenze termiche (temperatura ammissibile) e degli isolanti impiegati, deve essere verificata secondo gli ulteriori parametri fisici in gioco che sono di tipo elettrico (massima caduta di tensione ammissibile) e meccanico (sezione minima prescritta dalle Norme e adeguata resistenza meccanica durante le operazioni di posa).

A questo punto è necessario affrontare il delicato, ma vitale problema della protezione dei cavi dalle sovracorrenti.

Sovracorrente è una qualsiasi corrente superiore alla portata I_z che può circolare nel cavo

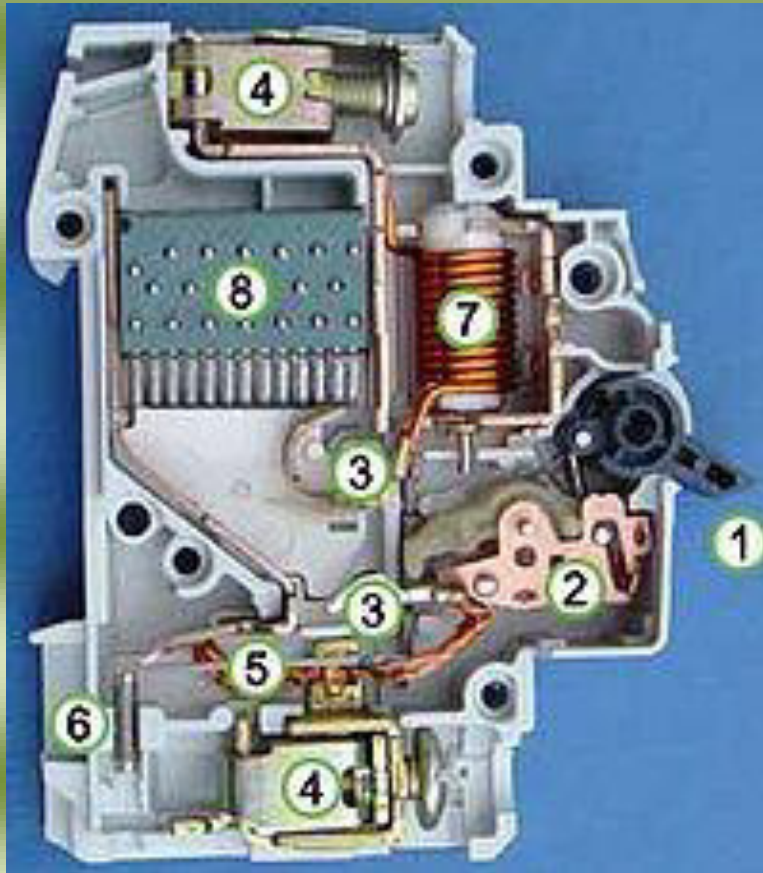
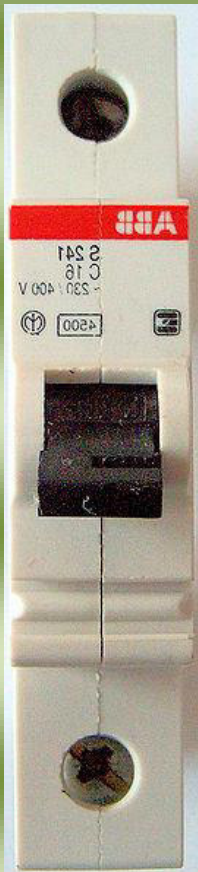
I conduttori attivi di un circuito elettrico devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompono automaticamente l'alimentazione quando si produce sovracorrente (sovraccarico o cortocircuito).

La protezione contro i sovraccarichi e i cortocircuiti può essere assicurata sia in modo separato, con dispositivi distinti, sia in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni. In ogni caso essi devono essere tra loro coordinati.

PER ASSICURARE LA PROTEZIONE IL DISPOSITIVO DEVE:

- **interrompere sia la corrente di sovraccarico sia quella di cortocircuito, interrompendo, nel secondo caso, tutte le correnti di cortocircuito che si presentano in un punto qualsiasi del circuito, prima che esse provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento;**
- **essere installato in generale all'origine di ogni circuito e di tutte le derivazioni aventi portate differenti (diverse sezioni dei conduttori, diverse condizioni di posa e ambientali, nonché un diverso tipo di isolamento del conduttore)**

PUNTO DI INSTALLAZIONE DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE



Interruttore magnetotermico aperto:

1 Leva di comando

2 Meccanismo di scatto

3 Contatti di interruzione

4 Morsetti di collegamento

5 Lamina bimetallica (rilevamento sovraccarichi)

6 Vite per la regolazione della sensibilità (in fabbrica)

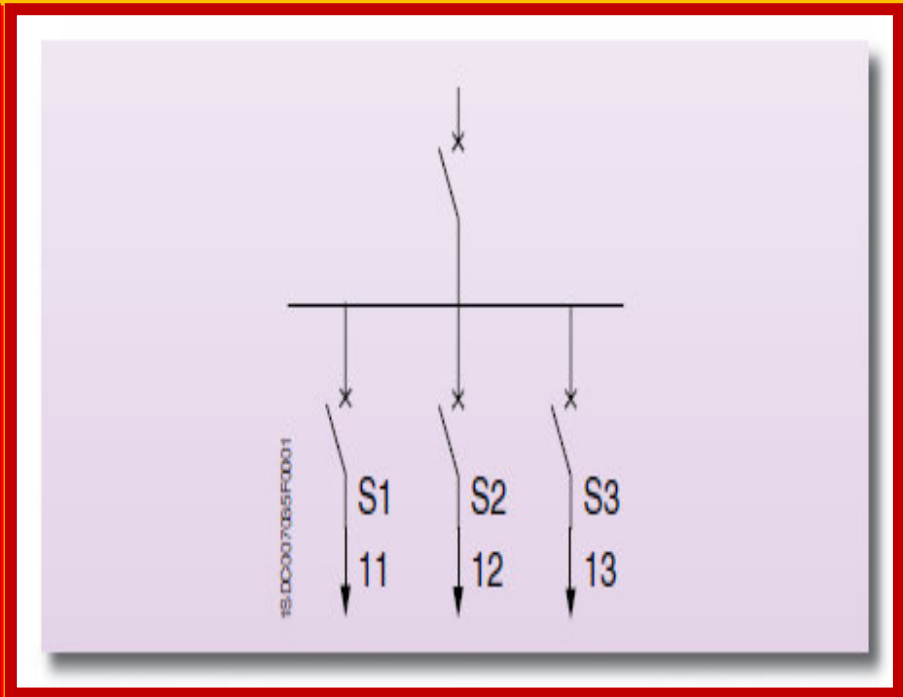
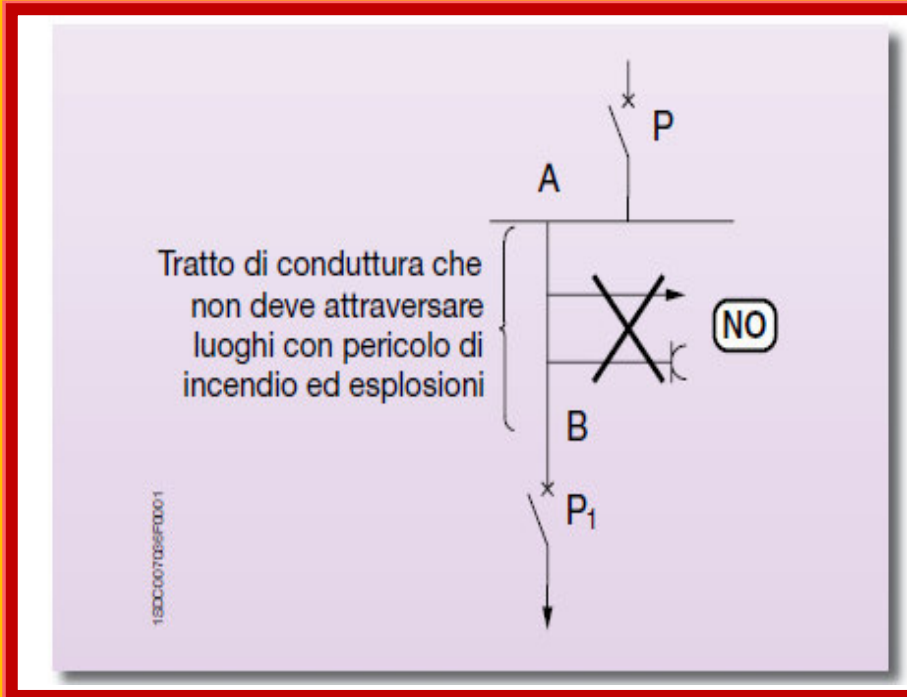
7 Solenioide (rilevamento cortocircuiti)

8 Sistema di estinzione d'arco

CONDIZIONI DI SOVRACCARICO

Per quanto concerne le condizioni di sovraccarico:

il **dispositivo può essere installato lungo il percorso della condotta invece che all'origine** (tratto A-B, di Fig.), purché questa non attraversi luoghi con pericolo di incendio ed esplosione, né vi siano su di essa derivazioni né prese a spina poste a monte del dispositivo di protezione stesso.



Divieti normativi in presenza di luoghi con pericolo di incendio ed esplosioni

Per assicurare la protezione, le caratteristiche del dispositivo devono essere coordinate con quelle del conduttore, cioè devono essere soddisfatte le seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito

I_z = portata del cavo a regime permanente

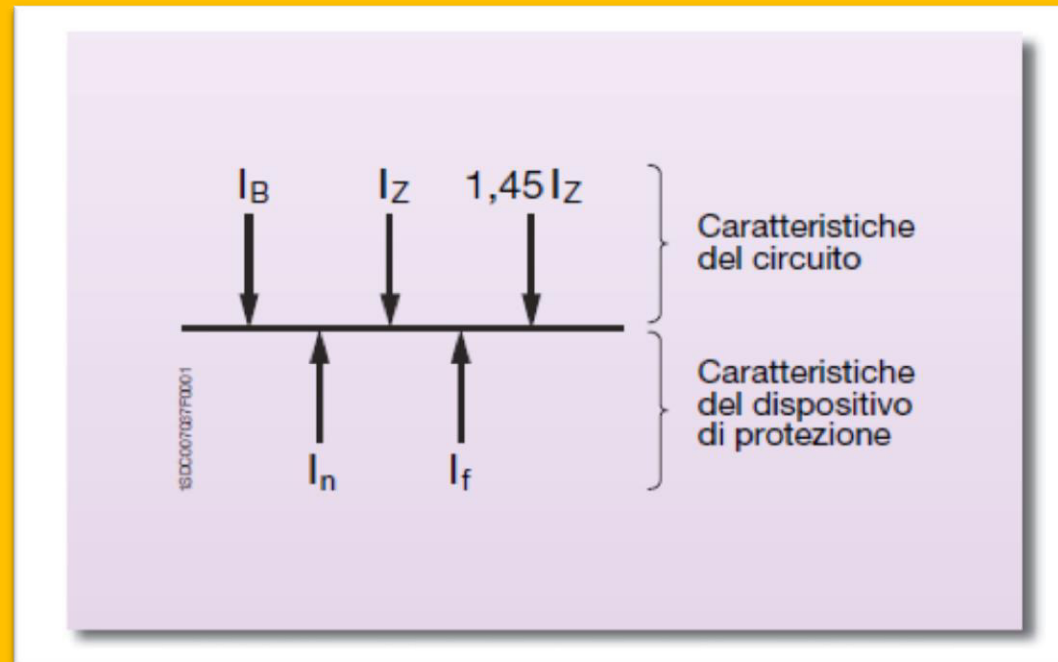
I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (nei dispositivi regolabili la I_n è la corrente regolata scelta)

I_f = corrente, per gli interruttori, che assicura il funzionamento del dispositivo entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Le condizioni di coordinamento sopra citate sono rappresentate in Figura.

Ne consegue che il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z e I_f in quanto esso può permanere a lungo senza provocare l'intervento della protezione.

Ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente.



Condizioni per il corretto coordinamento contro il sovraccarico

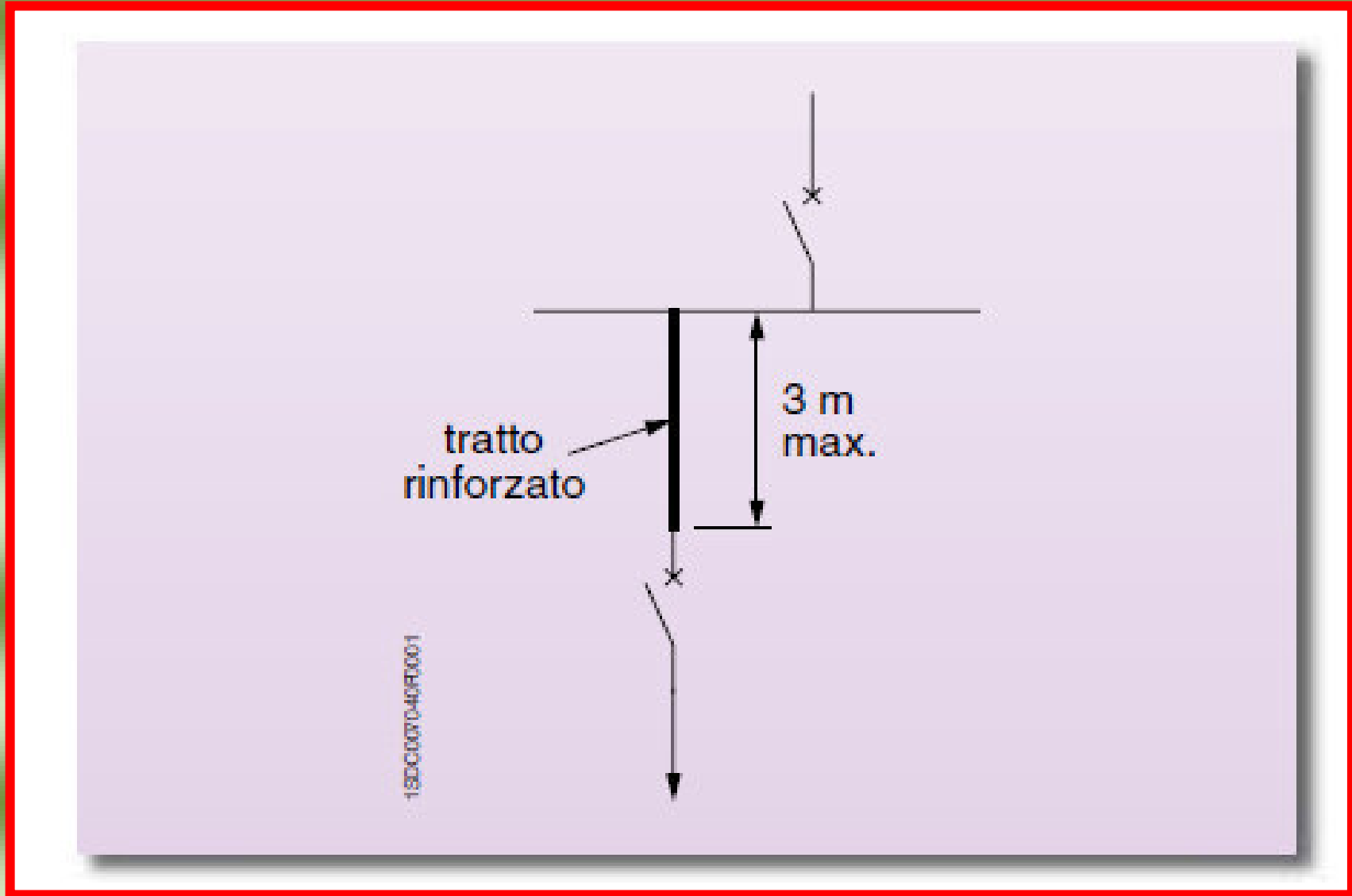
CONDIZIONI DI CORTOCIRCUITO

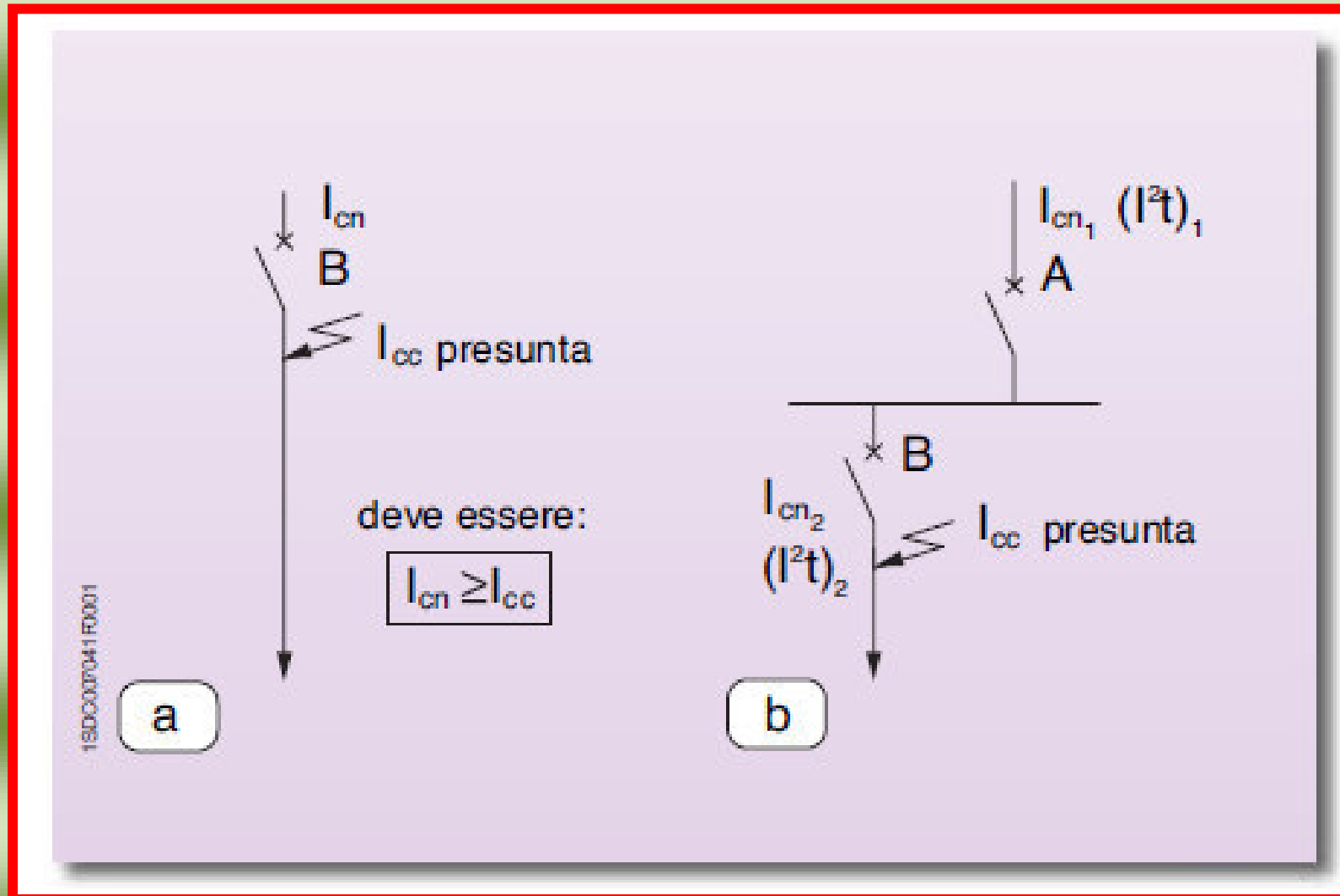
Per quanto concerne le condizioni di cortocircuito, il dispositivo di protezione:

- 1) **Può essere installato lungo la condotta ad una distanza dall'origine non superiore a 3m purché questo tratto sia rinforzato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito.**

- 2) **Inoltre per assicurare la protezione deve soddisfare le due seguenti condizioni :**
 - *avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui è installato*

 - *deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe superare al conduttore la massima temperatura ammessa.*





**Condizioni che devono essere soddisfatte per assicurare
la protezione contro il cortocircuito**

È ammesso tuttavia l'impiego di un dispositivo di protezione (b) con un potere di interruzione I_{cn2} inferiore se a monte è installato un altro dispositivo (a) che abbia il necessario potere di interruzione I_{cn1} (protezione di sostegno). In questo caso l'energia specifica $(I^2t)_1$ lasciata passare dal dispositivo a monte (a) non deve superare quella $(I^2t)_2$ che può essere ammessa senza danni dal dispositivo (b) o dalle condutture situate a valle.

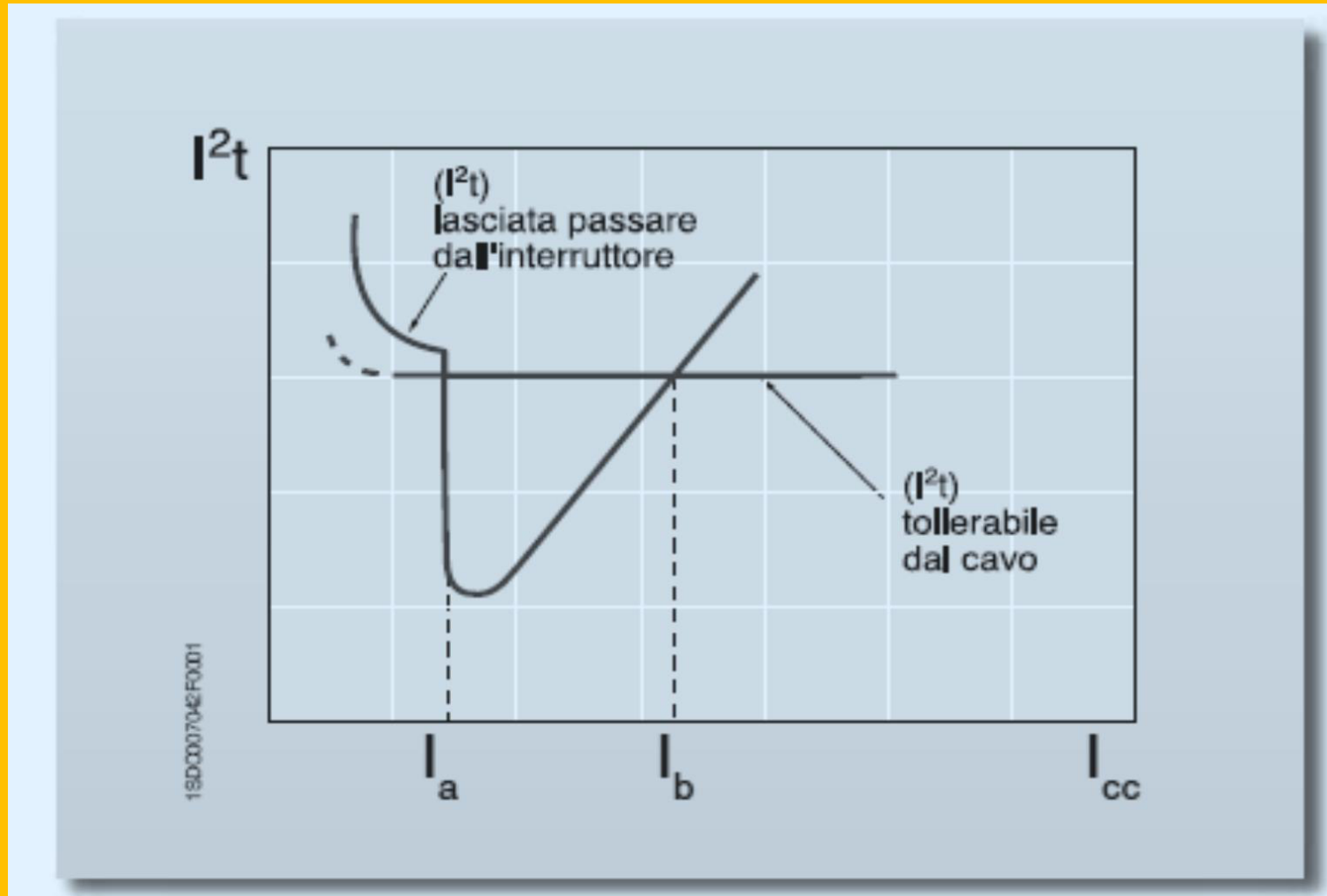
Deve cioè essere verificata, qualunque sia il punto della condotta interessata al cortocircuito, la condizione:

$$(I^2 t) \leq K^2 * S^2$$

Per **cortocircuiti di durata non superiore a 5 s**, il tempo 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 con la formula (derivata dalla precedente):

$$t = (K^2 * S^2) / I^2$$

Curva (I^2t) del cavo ovvero K^2S^2 e I^2t lasciata passare dall'interruttore di protezione.



Normalmente fornite dal costruttore dell'apparecchiatura di protezione scelta

dove:

(I^2t) = integrale di Joule o **energia specifica lasciata passare**, per la durata del cortocircuito, dal dispositivo di protezione

I = corrente di cortocircuito in ampere in valore efficace

K = fattore dipendente dal tipo di conduttore (Cu o Al) e isolamento che per una durata di corto circuito ≤ 5 s

S = sezione dei conduttori da proteggere in mm^2

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione assunto ≤ 5 s.

K Vale:

- 115 per conduttori in Cu isolati con PVC
- 135 per conduttori in Cu isolati con gomma ordinaria o gomma butilica
- 143 per conduttori in Cu isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
- 74 per conduttori in Al isolati con PVC
- 87 per conduttori in Al isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato
- 115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in Cu

LIMITI D'INTERVENTO DELL'APPARECCHIATURA DI PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

Fatto salvo quanto precedentemente detto, bisogna ancora verificare che l'apparecchiatura posta a protezione della condotta (interruttore magnetotermico) sia in grado di intervenire per condizioni di esercizio della linea non dipendenti dalla corrente di CC inizio linea, ma dal tipo di carico e dalla distanza di esso da punto di alimentazione e inserimento della protezione.

I parametri fondamentali che caratterizzano un interruttore magnetotermico sono:

- la curva caratteristica →




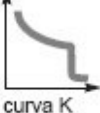


←(B-C-D-K-Z)

- la corrente nominale →

← I_n

- il potere d'interruzione →

← I_{cu}

Tipi di sganciatori e loro applicazioni			
tipo	Intervento secondo norma di riferimento		protezione
	CEI EN 60947-2	CEI EN 60898 (CEI 23-3)	
 curva B	$I_m 3,2 \div 4,8 I_n$ ($4 I_n \pm 20\%$)	$I_m 3 \div 5 I_n$	di generatori, delle persone e di grandi lunghezze di cavi Sovraccarico: termici standard
 curva C	$I_m 6,4 \div 9,6 I_n$ ($8 I_n \pm 20\%$)	$I_m 5 \div 10 I_n$	di cavi e impianti che alimentano apparecchi utilizzatori classici. Sovraccarico: termici standard
 curva D	$I_m 9,6 \div 14,4 I_n$ (1) ($12 I_n \pm 20\%$)	$I_m 10 \div 14 I_n$	di cavi che alimentano apparecchi utilizzatori a forte corrente di avviamento. Sovraccarico: termici standard
 curva K	$I_m 9,6 \div 14,4 I_n$ (1)		di cavi che alimentano apparecchi utilizzatori a forte corrente di avviamento. Sovraccarico: termici standard
 curva Z	$I_m 2,4 \div 3,6 I_n$		dei circuiti elettronici
 curva MA	$I_m 12 I_n$ (2) ($12 I_n \pm 20\%$)		dei motori (senza protezione termica)

(1) La caratteristica K si differenzia dalla D per la corrente di funzionamento $I_f = 1,2 I_n$ (K); $I_f = 1,3 I_n$ (D).
(2) Tolleranza ammessa $\pm 20\%$

Le curve che sono riportate in figura sono le
Caratteristiche → tempo-corrente

Le curve, che interessano ai fini della valutazione della rispondenza della protezione riguardo la condotta, sono le caratteristiche in funzione dell'integrale di Joule che abbiamo visto prima, dette anche dell'energia specifica passante. Sotto sono riportate per le tre **caratteristiche fondamentali B – C – D** per interruttori modulari di potere d'interruzione pari a 6 kA.

Dalle curve si vede chiaramente come l'energia specifica passante per le diverse caratteristiche aumenta passando dalla caratteristica B alla D. La cosa più importante che si deve notare in questa parte è che le correnti minime d'intervento per corto circuito sono ovviamente più basse per la caratteristica B e più alte per la D.

Facciamo qualche esempio per capire di cosa stiamo trattando e quale protezione è la più appropriata.

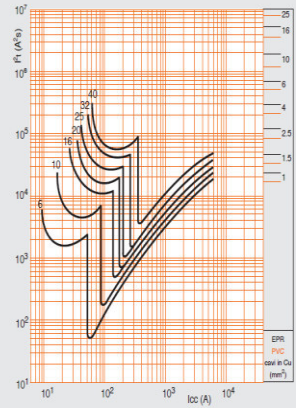


Curva Tempo → Corrente

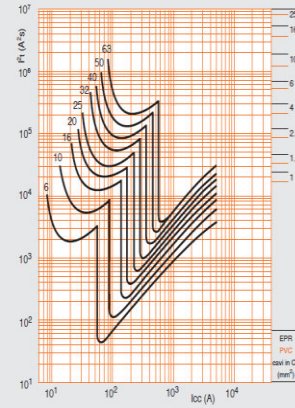
Da qui si può notare come al di sotto dell'iperbole vi sono due linee verticali che rappresentano i limiti di intervento inferiore e superiore della corrente magnetica (I_{cc})

BTDIN° 60 CARATTERISTICHE PI CURVA "C"

1P + N - 230V a.c. - 1 MODULO

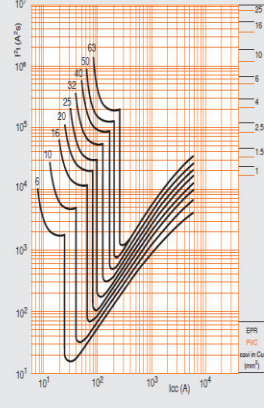


1P + N-2P - 230V a.c. - 2 MODULI

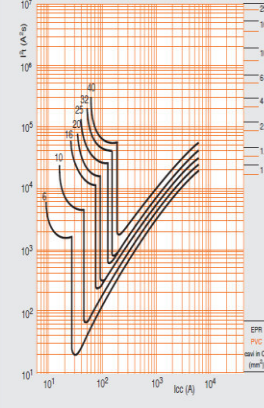


BTDIN° 60 CARATTERISTICHE PI CURVA "B"

2P - 230V a.c.

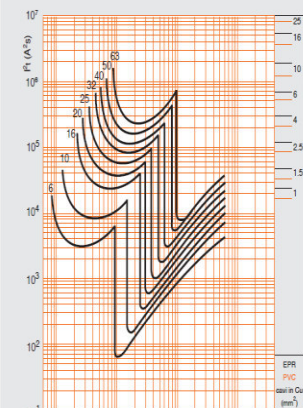


1P + N - 230V a.c. - 1 MODULO

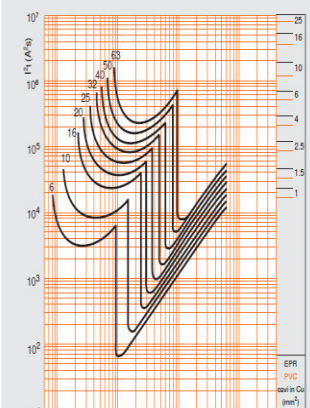


BTDIN° 60 CARATTERISTICHE PI CURVA "D"

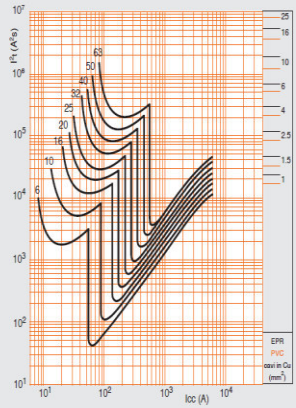
2P - 230V a.c.



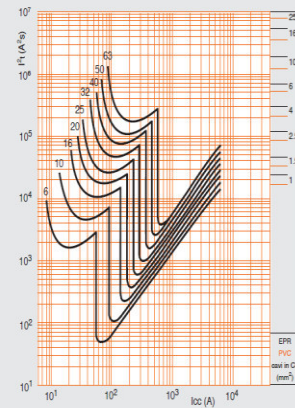
2P - 400V a.c.



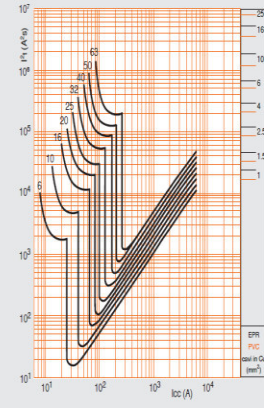
2P - 400V a.c.



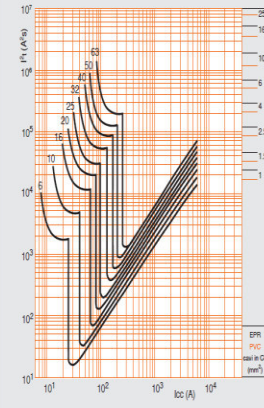
1P-3P-4P - 400V a.c.



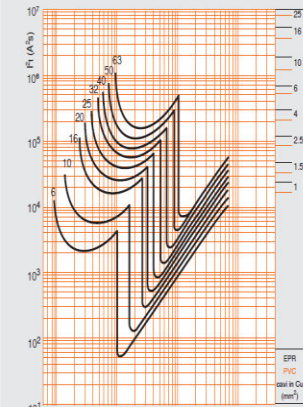
2P - 400V a.c.



1P-3P-4P - 400V a.c.



1P-3P-4P - 400V a.c.



Intervento termico con partenza da caldo $\Theta_0 = 70^\circ\text{C}$

I_{cc} = corrente simmetrica presunta di cortocircuito
= (valore efficace in A)
PI = energia specifica passante (A²s)

Intervento termico con partenza da caldo $\Theta_0 = 70^\circ\text{C}$

I_{cc} = corrente simmetrica presunta di cortocircuito
= (valore efficace in A)
PI = energia specifica passante (A²s)

Intervento termico con partenza da caldo $\Theta_0 = 70^\circ\text{C}$
I_{cc} = corrente simmetrica presunta di cortocircuito
= (valore efficace in A)
PI = energia specifica passante (A²s)

CADUTA DI TENSIONE

La caduta di tensione fra l'origine di un impianto e qualunque apparecchio utilizzatore deve possibilmente essere contenuta entro il 4% del valore della **Un** dell'impianto. *(La legge in vigore consente, invece al distributore di mantenere una tensione di alimentazione $U=220V$ e una variazione di tensione in più o in meno del 10%%)*

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse, per motori alla messa in servizio o per altri componenti elettrici che richiedono assorbimenti più elevati, purché le variazioni di tensione restino entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE

Essa è definita dalla relazione (valida per circuiti in corrente alternata):

$$\Delta U = k * (R' * \ell * \cos \varphi + X' * \ell * \sin \varphi) * I_b \quad (\text{relaz. A})$$

dove:

ΔU = caduta di tensione in V

$k = 1,73$ per linee trifasi; 2 per linee monofasi

R' = resistenza per fase in Ω oppure $m\Omega/m$ alla temperatura di regime

X' = reattanza di fase a 50 Hz in Ω/km oppure $m\Omega/m$

$\cos \varphi$ = fattore di potenza dell'utilizzatore

I_b = corrente di fase in A (Impiego se sulla linea)

ℓ = Lunghezza della linea (distanza del carico equivalente).

Con la formula sopra indicata possono essere calcolate le cadute di tensione anche per valori del **cos φ** diversi da quelli (1 e 0,8) previsti in Tabella

Nel caso di corrente continua è necessario moltiplicare per 2 i valori della resistenza dei conduttori ad 80 °C.

I valori della Tabella sono applicabili per tutti i tipi di cavi: rigidi, semirigidi, flessibili, isolati, con le varie qualità di gomma o di materiale termoplastico aventi temperature caratteristiche sino a 85°C e rispondenti alle Norme CEI per cavi con grado di isolamento sino a 4.

Per avere la caduta di tensione in volt, occorre moltiplicare coerentemente i valori della Tabella in particolare si dovrà moltiplicare per una lunghezza in chilometri se per la resistenza e la reattanza si è adottato l'ohm/kilometro.

- Valori di resistenza, reattanza e cadute di tensione in corrente alternata per cavi in rame con grado di isolamento non superiore a 4 (UNEL 35023-70)

Sezione nominale	Cavi unipolari						Cavi bipolari				Cavi tripolari				Sezione nominale
	Resistenza R ad 80 °C	Reattanza X	Cadute di tensione ΔU				Resistenza R ad 80 °C	Reattanza X	Cadute di tensione ΔU		Resistenza R ad 80 °C	Reattanza X	Cadute di tensione ΔU		
			Corrente alternata						Corrente alternata monofase				Corrente alternata trifase		
			monofase		trifase				monofase				trifase		
			$\cos\varphi$ 1	$\cos\varphi$ 0,8	$\cos\varphi$ 1	$\cos\varphi$ 0,8			$\cos\varphi$ 1	$\cos\varphi$ 0,8			$\cos\varphi$ 1	$\cos\varphi$ 0,8	
mm ²	Ω/km	Ω/km	mV/Am	mV/Am	mV/Am	mV/Am	Ω/km	Ω/km	mV/Am	mV/Am	Ω/km	Ω/km	mV/Am	mV/Am	mm ²
1	22,1	0,176	44,2	35,6	38,3	30,8	22,5	0,125	45	36,1	22,5	0,125	39	31,3	1
1,5	14,8	0,168	29,7	23,9	25,7	20,7	15,1	0,118	30,2	24,3	15,1	0,118	26,1	21	1,5
2,5	8,91	0,155	17,8	14,4	15,4	12,5	9,08	0,109	18,2	14,7	9,08	0,109	15,7	12,7	2,5
4	5,57	0,143	11,1	9,08	9,65	7,87	5,68	0,101	11,4	9,21	5,68	0,101	9,85	7,98	4
6	3,71	0,135	7,41	6,1	6,42	5,28	3,78	0,0955	7,56	6,16	3,78	0,0955	6,54	5,34	6
10	2,24	0,119	4,47	3,72	3,87	3,22	2,27	0,0861	4,55	3,73	2,27	0,0861	3,94	3,24	10
16	1,41	0,112	2,28	2,39	2,44	2,07	1,43	0,0817	2,87	2,39	1,43	0,0817	2,48	2,07	16
25	0,889	0,106	1,78	1,55	1,54	1,34	0,907	0,0813	1,81	1,55	0,907	0,0813	1,57	1,34	25
35	0,641	0,101	1,28	1,15	1,11	0,993	0,654	0,0783	1,31	1,14	0,654	0,0783	1,13	0,988	35
50	0,473	0,101	0,947	0,878	0,82	0,76	0,483	0,0779	0,967	0,866	0,483	0,0798	0,838	0,75	50
70	0,328	0,0965	0,656	0,641	0,568	0,555	0,334	0,0751	0,699	0,624	0,334	0,0751	0,579	0,541	70
95	0,236	0,0975	0,473	0,494	0,41	0,428	0,241	0,0762	0,484	0,476	0,241	0,0762	0,419	0,412	95
120	0,188	0,0939	0,375	0,413	0,325	0,358	0,191	0,074	0,383	0,394	0,191	0,074	0,332	0,342	120
150	0,153	0,0928	0,306	0,356	0,265	0,308	0,157	0,0745	0,341	0,341	0,157	0,0745	0,272	0,295	150
185	0,123	0,0908	0,246	0,306	0,213	0,265	0,125	0,0742	0,251	0,289	0,125	0,0742	0,217	0,25	185
240	0,0943	0,0902	0,189	0,259	0,163	0,244	0,0966	0,0752	0,193	0,245	0,0966	0,0752	0,167	0,212	240
300	0,0761	0,0895	0,152	0,229	0,132	0,198	0,078	0,075	0,156	0,215	0,078	0,075	0,135	0,186	300

CALCOLO DELLA SEZIONE TEORICA

In funzione del valore della caduta di tensione imposta dalle norme o minore se il progettista lo ritiene si determina dalla precedente (relaz. A), trascurando la componente dovuta alla reattanza di linea (che di solito nei cavi è molto inferiore della componente resistiva $x_{\ell} \ll r_{\ell}$) oppure considerando che il fattore di potenza sia pari a 1, possiamo ritenere , che nel caso di linea monofase sia :

Pertanto l'espressione semplificata della caduta di tensione diventa

$$\Delta U = k * R * I_b = (2 * \rho * \ell / S) * I_b$$

dove :

ρ = resistività del conduttore alla temperatura prescelta

ℓ = Lunghezza della linea (distanza del carico equivalente)

S = sezione del conduttore

I_b = corrente d'impiego

Dalla relazione semplificata del calcolo della caduta di tensione si ricava la sezione teorica del conduttore

$$S = (k * \rho * \ell * I_b) / \Delta U_i$$

da cui scegliere, poi, la sezione “commerciale” del cavo da impiegare.

Il ΔU_i è il valore in volt della caduta di tensione imposta , ottenuta da quella ammissibile in valore percentuale, ovvero minore o uguale al 4%:

$$\Delta U_i = (\Delta U_i \% * V) / 100$$

U = valore della tensione del sistema in Volt

ΔU_i % = valore percentuale della caduta di tensione.

La formula (A) adesso verrà impiegata per verificare la effettiva caduta di tensione del cavo prescelto ΔU_c , avendo avuto cura di ricavare dalle tabelle i valori unitari di R'_c e X'_c e sostituirli nella formula.

$$\Delta U_c = k * (R'_c * \ell * \cos \varphi + X'_c * \ell * \sin \varphi) * I_b$$

se si verifica che :

$$\Delta U_c < \Delta U_i$$

allora la sezione “commerciale” scelta è accettabile, altrimenti si sceglie un cavo di sezione maggiore.

La simbologia è la stessa che abbiamo usato in precedenza.

FLOW CHART per il DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Dopo aver individuato le grandezze elettriche che devono essere prese in esame in fase di progettazione di un impianto elettrico, è possibile passare al suo dimensionamento che, sotto il profilo logico, può seguire lo schema a blocchi della Figura seguente

