

Norme e dettagli

L'impianto elettrico

Un vademecum utile per il professionista alle prese con i numerosi aspetti "elettrici" del progetto edilizio: dalla fornitura dell'energia alle apparecchiature, alle modalità di distribuzione, senza trascurare prese, spine e sicurezza

Giuliano Dall'O', Annalisa Galante, Alessandro Prati

ARCHITETTURA DELL'IMPIANTO

Dalle centrali di produzione fino alle utenze, l'energia elettrica attraversa una complessa rete di distribuzione subendo varie trasformazioni. All'origine si genera energia elettrica a tensione "trifase" e corrente alternate a 50Hz, poi la tensione è innalzata, da un trasformatore elevatore, da 25 kV a 380 kV. Si limita così l'entità della corrente nei tronchi più lunghi delle linee di distribuzione ottenendo una riduzione delle perdite di energia per "effetto Joule". Tali dispersioni dipendono dal quadrato della corrente I misurata in Ampere,

secondo la relazione:

$$P = R \cdot I^2$$

La tensione viene gradualmente abbassata fino a 380-220V, cioè quella usati negli edifici con linee basate su 4 conduttori (3 fasi + il neutro) dai quali è possibile ottenere due valori di tensione: 380V trifase prelevando energia dai 3 conduttori di fase e 220V monofase da un qualsiasi conduttore di fase e dal conduttore neutro. Classi degli elementi che costituiscono un impianto elettrico: centrale di generazione, rete di trasporto, apparecchiature di trasformazione, rete di distribuzione, componenti di protezione e controllo, apparecchi utilizzatori.

Definizioni e unità di misura delle principali grandezze utilizzate in elettrotecnica.

Grandezza	Unità di misura	Simbolo	Definizione e relazione con le altre grandezze
Frequenza	hertz	Hz	Frequenza di un fenomeno periodico il cui periodo è 1 s. $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Carica elettrica	coulomb	C	Quantità di elettricità che in un secondo attraversa la sezione di un circuito percorso da una corrente costante di 1 ampere (1 A). $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$
Corrente elettrica	ampere	A	Intensità di una corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti a distanza di 1 m l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe tra i due conduttori la forza di $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ su ogni metro di lunghezza.
Potenziale elettrico, differenza di potenziale elettrico, tensione elettrica, forza elettromotrice	volt	V	Differenza di potenziale elettrico che esiste tra due sezioni di un conduttore che, percorso dalla corrente elettrica costante di 1 A e senza essere sede di altri fenomeni energetici oltre a quello joule, dissipa nel tratto compreso fra le due sezioni considerate la potenza di 1 W. $1 \text{ V} = 1 \text{ W} / 1 \text{ A}$
Lavoro	joule	J	Lavoro compiuto da una forza di 1 Newton quando il suo punto di applicazione si sposta di 1 m nella direzione o nel verso della forza stessa (con la stessa unità di misura si esprime anche l'energia elettrica). $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ C}$ $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$
Potenza	watt	W	Potenza di un sistema che produce un lavoro di 1 J in 1 s. $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / 1 \text{ s}$ $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A}$
Resistenza elettrica	ohm	Ω	Resistenza elettrica tra due sezioni di conduttore che, percorso dalla corrente elettrica di 1 A e senza essere sede di alcuna forza elettromotrice, dà luogo fra le due sezioni considerate alla differenza di potenziale di 1 V. $1 \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A}$
Conduttanza elettrica	siemens	S	Conduttanza elettrica tra due sezioni di un conduttore nel quale la differenza di potenziale di 1 V, applicata tra le due sezioni considerate, dà luogo, in assenza di alcuna forza elettromotrice, al passaggio della corrente elettrica di 1 A. $1 \text{ S} = 1 \text{ A} / 1 \text{ V}$ $1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Capacità elettrica	farad	F	Capacità elettrica di un condensatore nel quale la differenza di potenziale elettrico fra le due armature varia di 1 V quando la carica elettrica di 1 C si trasferisce da un'armatura all'altra. $1 \text{ F} = 1 \text{ C} / 1 \text{ V}$

Grandezza	Unità di misura	Simbolo	Definizione e relazione con le altre grandezze
Frequenza	hertz	Hz	Frequenza di un fenomeno periodico il cui periodo è 1 s. $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Carica elettrica	coulomb	C	Quantità di elettricità che in un secondo attraversa la sezione di un circuito percorso da una corrente costante di 1 ampere (1 A). $1 \text{ C} = 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$
Corrente elettrica	ampere	A	Intensità di una corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti a distanza di 1 m l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe tra i due conduttori la forza di $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ su ogni metro di lunghezza.
Potenziale elettrico, differenza di potenziale elettrico, tensione elettrica, forza elettromotrice	volt	V	Differenza di potenziale elettrico che esiste tra due sezioni di un conduttore che, percorso dalla corrente elettrica costante di 1 A e senza essere sede di altri fenomeni energetici oltre a quello joule, dissipa nel tratto compreso fra le due sezioni considerate la potenza di 1 W. $1 \text{ V} = 1 \text{ W} / 1 \text{ A}$
Lavoro	joule	J	Lavoro compiuto da una forza di 1 Newton quando il suo punto di applicazione si sposta di 1 m nella direzione e nel verso della forza stessa (con la stessa unità di misura si esprime anche l'energia elettrica). $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ C}$ $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$
Potenza	watt	W	Potenza di un sistema che produce un lavoro di 1 J in 1 s. $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / 1 \text{ s}$ $1 \text{ W} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ A}$
Resistenza elettrica	ohm	Ω	Resistenza elettrica tra due sezioni di conduttore che, percorso dalla corrente elettrica di 1 A e senza essere sede di alcuna forza elettromotrice, dà luogo fra le due sezioni considerate alla differenza di potenziale di 1 V. $1 \Omega = 1 \text{ V} / 1 \text{ A}$
Conduttanza elettrica	siemens	S	Conduttanza elettrica tra due sezioni di un conduttore nel quale la differenza di potenziale di 1 V, applicata tra le due sezioni considerate, dà luogo, in assenza di alcuna forza elettromotrice, al passaggio della corrente elettrica di 1 A. $1 \text{ S} = 1 \text{ A} / 1 \text{ V}$ $1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Capacità elettrica	farad	F	Capacità elettrica di un condensatore nel quale la differenza di potenziale elettrico fra le due armature varia di 1 V quando la carica elettrica di 1 C si trasferisce da un'armatura all'altra. $1 \text{ F} = 1 \text{ C} / 1 \text{ V}$

Classificazione dei gradi di protezione degli involucri in funzione del tipo di impiego.

La fornitura dell'energia elettrica alle utenze

Bassa Tensione (BT) per valori di potenza impegnata da 3÷120kW, Media Tensione (MT) per richieste di potenza maggiore. In Italia la fornitura standard residenziale è in BT, 230V - 50Hz e potenza contrattuale pari a 3kW (potenza max prelevabile 3,3kW). A monte dell'impianto è presente un misuratore di energia elettrica (contatore) di proprietà dell'ente erogatore dai cui morsetti viene prelevata l'energia elettrica messa a disposizione. Per elevati fabbisogni l'ente fornisce energia elettrica in MT lasciando all'utilizzatore l'onere di realizzare una cabina di trasformazione (che in questo caso è di proprietà e competenza dell'utente stesso). In questi casi l'utente deve prevedere oltre alla cabina di trasformazione anche un locale riservato all'ente erogatore per l'installazione degli apparecchi di misura e di sezionamento sul lato MT della fornitura.

Grado di protezione delle apparecchiature elettriche

La protezione dai contatti diretti è affidata prevalentemente agli involucri delle apparecchiature

e dei componenti elettrici. Gli involucri dei componenti elettrici sono classificati in funzione del loro grado di protezione che viene definito con una cifra a quattro lettere.

La prima cifra prende in considerazione anche la protezione delle persone contro il contatto con parti in tensione o in movimento.

Quadro, distribuzione e centralino

Dal quadro elettrico ha origine la distribuzione dell'energia elettrica alle utenze. Negli edifici condominiali si può avere: distribuzione centralizzata che prevede l'installazione di un contatore (installato generalmente in un apposito locale seminterrato) per ogni unità abitativa e altrettante colonne montanti che raggiungono i quadri di distribuzione dei singoli appartamenti (centralini), dai quali poi si dipartono i circuiti elettrici domestici, distribuzione periferica che viene realizzata un'unica colonna montante, collegata a ogni piano ad una cassetta di connessione dalla quale si dipartono i circuiti elettrici domestici; in questa soluzione i contatori sono diretta-

Sezione [mm ²]	Potenza impegnata			
	1,5 kW	3 kW	6 kW	10 kW
4	25	16	-	-
6	38	24	15	-
10	64	38	26	-
16	102	61	40	25
25	161	97	63	41

mente posti all'interno dei singoli appartamenti.

Nel centralino, installato all'ingresso dell'appartamento, sono solitamente presenti: un interruttore differenziale per la protezione dai contatti indiretti e due interruttori magnetotermici, per proteggere dalle sovracorrenti il circuito di alimentazione delle luci (circuito luce) e il circuito o i circuiti di alimentazione delle prese di corrente (circuito forza motrice FM). È consigliabile installare un interruttore magnetotermico a valle del contatore per la protezione della linea montante che dal contatore va al centralino d'appartamento.

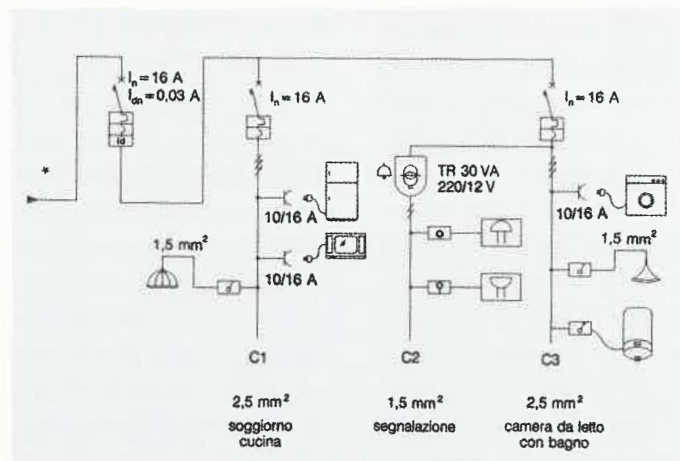
La norma CEI 64-50 consiglia di suddividere l'impianto in diversi circuiti secondo le esigenze, per evitare pericoli e per ridurre gli inconvenienti in caso di guasto.

Unità abitative fino a 40 m²: un solo circuito per punti luce e prese a spina da 10A oltre al

La sezione del cavo costituente la colonna montante dipende sia dalla potenza elettrica impegnata, sia dalla lunghezza della colonna stessa. Un dimensionamento rapido della sezione può essere fatto utilizzando questa tabella per la scelta della sezione più idonea in funzione della potenza impegnata in kW e della lunghezza in m del montante stesso (fonte documentazione tecnica Gewiss).

circuito per presa a spina da 16A.

Unità abitative da 40 a 150 m²: 2 circuiti con sezione minima di 1,5mm² per punti luce e punti di presa a spina da 10A; 1 circuito con sezione minima di 2,5mm² per punti presa a spi-



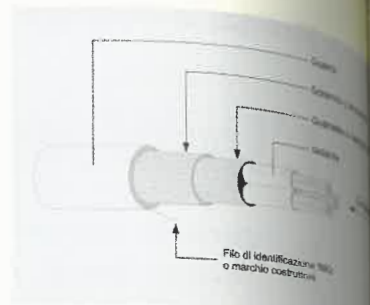
na da 16A (per apparecchi elettrodomestici).

Unità abitative > 150 m²: aumentare i circuiti in relazione alla superficie totale.

Cavi: tipologie, dimensionamento e metodi di posa

Il cavo è un gruppo di conduttori isolati raccolti in un'unica guaina, il conduttore è formato da un filo o corda in metallo buon conduttore (rame o alluminio) rivestito con uno strato di materiale dielettrico (gomma, PVC, ecc.), detto isolante. Possono essere: cavi per ener-

Schema elettrico di un centralino. Con l'interruttore magnetotermico alla base del montante l'interruttore generale di appartamento può essere differenziale puro, cioè senza sganciatori di sovracorrente (non magnetotermico).



Struttura di un cavo elettrico.

gia, per correnti elevate alla piena tensione di rete; e cavi per comandi e segnalazioni, per correnti modeste, generalmente a tensione ridotta.

La scelta del tipo di cavo deve tenere conto dell'impiego, del tipo di installazione, delle condizioni ambientali e della temperatura relativa.

La sezione del cavo deve essere scelta in funzione della corrente nominale del carico alimentato, considerando il riscaldamento del cavo per effetto Joule (brevi distanze) o la caduta di tensione del cavo stesso (lunghe distanze).

La funzione dei conduttori deve essere immediatamente identificabile dal loro colore.

La dimensione della sezione delle tubazioni o delle canaline deve essere calcolata in funzione dei conduttori che dovranno essere inseriti.

La regola da applicare è quella del coefficiente di stiramento che assicura uno spazio sufficiente per effettuare manutenzioni e sostituzioni.

Calcolo delle cadute di tensione

I cavi offrono una loro resistenza al transito della corrente e possiedono una reattanza che modifica i valori della tensione nel circuito.

La verifica va effettuata quando lo sviluppo lineare dei cavi supera un certo limite (>20m). Le cadute non devono superare:

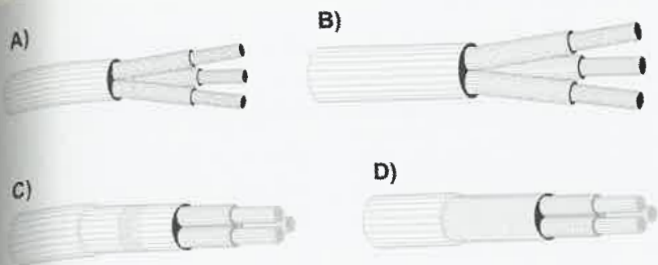
- il 3% della tensione di rete per tutti i circuiti che alimentano apparecchi di illuminazione;
- il 4% della tensione di rete

Superficie appartamento [m ²]	N° moduli	Dimensioni centralino (largh., alt., prof.) [mm]	Interruttore differenziale puro	Interruttori magnetotermici	Circuiti alimentati	Sezione cavi [mm ²]
fino a 40	8	230x185x72 (320x255x80)	2P 25A	1P + N 16A 1P + N 10A	Forza motrice Luce	2,5 1,5
40+150	12	310x190x72 (320x255x80)	2P 25A	1P + N 16A 1P + N 10A 1P + N 10A	Forza motrice zona 1 Luce zona 1 Luce zona 2	2,5 1,5 1,5
150+200	12	310x190x72 (320x255x80)	2P 25A	1P + N 16A 1P + N 10A 1P + N 16A 1P + N 10A	Forza motrice zona 1 Luce zona 1 Forza motrice zona 2 Luce zona 2	2,5 1,5 2,5 1,5
villetta su 3 piani	24	310x330x72 (320x335x80)	2P 25A	1P + N 16A 1P + N 10A 1P + N 16A 1P + N 10A 1P + N 16A 1P + N 10A	Forza motrice zona 1 Luce 1° piano Forza motrice zona 2 Luce 2° piano Forza motrice zona 3 Luce 3° piano	2,5 1,5 2,5 1,5 2,5 1,5

Tipo di circuito	Tipo cavo	Sezione (mm ²)	Colore rivestimento
Montante circuito luce	Neutro	2,5	Azzurro
	Fase	2,5	Nero
Montante circuito FM	Neutro	4	Azzurro
	Fase	4	Marrone chiaro
Montante circuito terra	Terra	4	Gialloverde
	Neutro	1,5	Azzurro
Circuiti luce	Fase	1,5	Nero
	Terra	1,5	Gialloverde
	Ritorno fase	1,5	Marrone chiaro
	Ritorno fase	1,5	Grigio chiaro
Circuiti prese FM	Neutro	2,5	Azzurro
	Fase	2,5	Marrone chiaro
	Terra	2,5	Gialloverde
Circuito campanelli	Neutro	1	Azzurro
	Fase	1	Rosso
Circuito lampade di emergenza	Ritorno di fase	1	Bianco
	Neutro	2,5	Azzurro
	Fase	2,5	Marrone chiaro
	Terra	2,5	Gialloverde
Contatto	Terra	2,5	Gialloverde
	Contatto	1,5	Rosso

Caratteristiche dei centralini standard in funzione della tipologia dell'appartamento. Le dimensioni si riferiscono a centralini da incasso Gewiss. Quelle tra parentesi si riferiscono a centralini "intelligenti", ossia predisposti per l'inserimento di apparecchiature aggiuntive in grado di svolgere altre funzioni (ad esempio predisposte per l'inserimento di moduli dell'impianto antifurto, per moduli per la gestione dell'energia, temporizzatori, ecc.).

A sinistra: caratteristiche dei cavi utilizzati in ambito residenziale secondo norme CEI.



Norma CEI 64-8: la nomenclatura

- **Impianto elettrico.** È l'insieme di componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate. Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina; fanno parte dell'impianto elettrico anche gli apparecchi utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione.

- **Impianto utilizzatore.** L'impianto utilizzatore è costituito dai circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori e delle prese a spina, comprese le relative apparecchiature di manovra, sezionamento, interruzione, protezione, ecc..

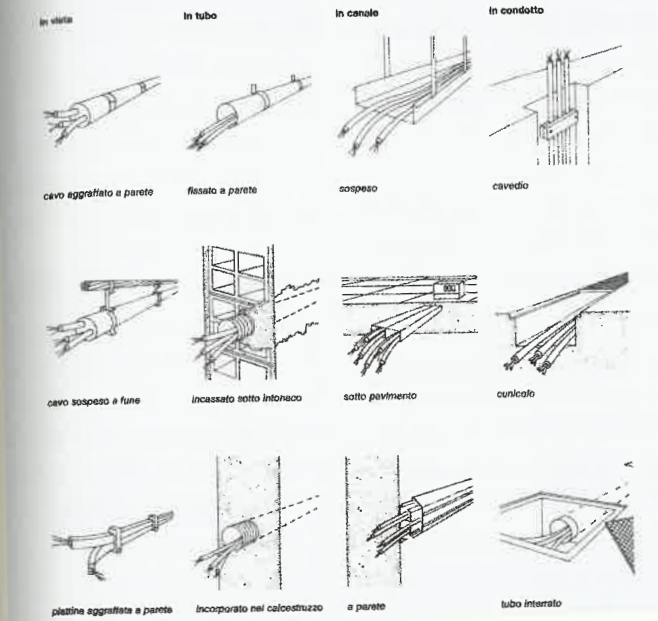
- **Origine di un impianto utilizzatore.** È il punto di consegna dell'energia elettrica all'impianto utilizzatore.

- **Sistema elettrico.** È la parte di un impianto elettrico costituito dal complesso dei componenti elettrici aventi una tensione nominale.

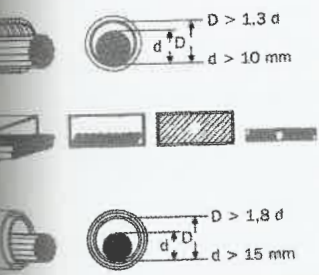
- **Circuito elettrico di un impianto.** È l'insieme dei componenti di un impianto alimentato da uno stesso punto e protetto contro le sovracorrenti da uno stesso dispositivo di protezione.

- **Circuito di distribuzione.** È il circuito che alimenta un quadro di distribuzione.

- **Circuito terminale.** È il circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.



Sopra, esempi di cavi elettrici. A) Cavo tripolare da 1,5mm² (tensione nominale 300/500V, isolato in PVC con guaina in policloroprene, corda flessibile); B) Cavo tripolare da 2,5mm² (tensione nominale 450/750V, isolato in gomma con guaina in policloroprene, corda flessibile); C) Cavo tripolare da 4mm² (tensione nominale 0,6/1kV, armatura a nastri d'acciaio, isolato in gomma); D) Cavo tripolare da 4mm² (tensione nominale 0,6/1kV, isolato in gomma, con conduttore concentrico di fili di rame, guaina in polietilene); e principali metodi di posa dei cavi.



per tutti i circuiti che alimentano apparecchiature fornite di motori.

e si calcolano:

- per circuiti monofase: $\Delta V = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R \cos\phi + X \sin\phi)$

- per circuiti trifase: $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos\phi + X \sin\phi)$

dove I è la corrente nominale di impiego (A); L è la lunghezza del circuito (km); ϕ è l'angolo di sfasamento tra tensione e corrente (fattore di potenza); R è la resistenza del circuito (ohm/km); X è la reattanza del circuito (ohm/km).

Distribuzione sottotraccia

Negli edifici residenziali la distribuzione viene realizzata nella modalità sottotraccia o incas-

sata; tutte le linee sono disposte raggruppate in tubazioni incassate sotto intonaco o sotto pavimento. Le scatole di derivazione, incassate ma provviste di coperchio a filo parete, sono ispeziona-

sata; tutte le linee sono disposte raggruppate in tubazioni incassate sotto intonaco o sotto pavimento.

Le scatole di derivazione, incassate ma provviste di coperchio a filo parete, sono ispeziona-

bili e pertanto consentono la realizzazione dei necessari cablaggi attraverso l'utilizzo di morsetti.

Gli interruttori e le prese di corrente sono incassati in apposite scatole murate ed hanno il comando e il punto di presa affiorante a filo intonaco.

Per la posa sotto intonaco si utilizzano tubi flessibili in PVC corrugato.

Il diametro del tubo deve essere maggiore di 1,3 volte il diametro del fascio di conduttori contenuti.

Per suddividere in diversi "tronchi" linee elettriche molto lunghe, oppure nel caso in cui si debbano realizzare giunzioni e

Cadute di tensione unitarie in funzione della sezione dei cavi unipolari (fonte catalogo General Cavi).

Sezione nominale [mm ²]	Resistenza R a 80°C [φ/km]	Reattanza X [φ/km]	Cadute di tensione U [V/Akm]	
			Corrente alternata monofase	
			cosφ 1	cosφ 0,8
1	22,1	0,176	44,2	35,6
1,5	14,8	0,168	29,7	23,9
2,5	8,91	0,155	17,8	14,4
4	5,57	0,143	11,1	9,08
6	3,71	0,135	7,41	6,10
10	2,24	0,119	4,47	3,72
16	1,41	0,112	2,82	2,39
25	0,889	0,106	1,78	1,55
35	0,641	0,111	1,28	1,15
50	0,473	0,101	0,947	0,878
70	0,328	0,0965	0,656	0,641
95	0,236	0,0975	0,473	0,434
120	0,188	0,0939	0,375	0,413
150	0,153	0,0928	0,306	0,356
185	0,123	0,0908	0,246	0,306
240	0,0943	0,0902	0,189	0,259
300	0,0761	0,0895	0,152	0,229

Sezione nominale [mm ²]	Resistenza a R a 80°C [p/km]	Reattanza X [p/km]	CAVI BIPOLARI		CAVI TRIPOLARI	
			Cadute di tensione _U [V/Akm]		Cadute di tensione _U [V/Akm]	
			Corrente alternata monofase		Corrente alternata monofase	
			cosφ 1	cosφ 0,8	cosφ 1	cosφ 0,8
1	22,5	0,125	45,0	36,1	39,0	31,3
1,5	15,1	0,118	30,2	24,3	26,1	21,0
2,5	9,08	0,109	18,2	14,7	15,7	12,7
4	5,83	0,101	11,4	9,21	9,85	7,98
6	3,73	0,0955	7,56	6,16	6,54	5,34
10	2,27	0,0861	4,55	3,73	3,94	3,24
16	1,43	0,0817	2,87	2,36	2,48	2,07
25	0,907	0,0813	1,81	1,55	1,57	1,34
35	0,654	0,0783	1,31	1,14	1,13	0,988
50	0,483	0,0779	0,967	0,866	0,838	0,750
70	0,334	0,0751	0,699	0,624	0,579	0,541
95	0,241	0,0762	0,484	0,476	0,419	0,412
120	0,191	0,0740	0,383	0,394	0,332	0,342
150	0,157	0,0745	0,314	0,341	0,272	0,295
185	0,125	0,0742	0,251	0,289	0,217	0,250
240	0,0966	0,0752	0,193	0,245	0,167	0,212
300	0,0780	0,0750	0,156	0,215	0,135	0,186

Tipologia tubazioni	Tipo di impiego e dimensioni
Acciaio zincato smaltato	Impieghi in tutte le applicazioni a vista, nelle quali è richiesta una buona resistenza meccanica. Dimensioni disponibili (diametro esterno/diametro interno) in mm: (16/14),(20/18),(25/22,6),(32/29,6),(40/37,2),(50/47,2)
Rigidi in polivinilcloruro (PVC) A norma CEI 23-39 e CEI 23-54	Serie pesante (colore grigio) Impieghi sotto pavimenti o a vista e in tutte quelle applicazioni nelle quali è richiesta una particolare resistenza meccanica. Dimensioni disponibili (diametro esterno/diametro interno) in mm: (16/13),(20/16,9),(25/21,4),(32/27,8),(40/35,4),(50/44,3)
Flessibili, in polivinilcloruro (PVC) A norma CEI 23-26	Serie pesante (colori vari) Per posa sotto traccia, buona resistenza allo schiacciamento, estrema facilità nella curvatura senza strozzature. Dimensioni disponibili (diametro esterno/diametro interno) in mm: (16/10,7),(20/14,1),(25/18,3),(32/24,3),(40/31,2),(50/39,6),(63/50,6)
	Serie leggera (colori vari) Per posa sotto traccia, buona resistenza allo schiacciamento, estrema facilità nella curvatura senza strozzature. Dimensioni disponibili (diametro esterno/diametro interno) in mm: (16/10,7),(20/14,1),(25/18,3),(32/24,3),(40/31,2),(50/39,6),(63/50,6)

derivazioni, si utilizzano le scatole di derivazione al cui interno i cavi sono fra loro collegati per mezzo di appositi morsetti.

Completano l'impianto elettrico gli interruttori e i pulsanti per il comando di accensione e spegnimento di circuiti luce o dedicati che si distinguono in unipolari o bipolari a seconda che l'apertura dell'interruttore comporti l'interruzione di uno o due conduttori; l'interruttore bipolare con protezione magnetotermica è di norma utilizzato nel caso di circuiti dedi-

In alto, cadute di tensione unitarie in funzione della sezione dei cavi bipolari e tripolari (fonte catalogo General Cavi).

A sinistra, caratteristiche delle tubazioni da distribuzione per impianti elettrici.

cati ad alto consumo di potenza (come lavatrice e forno).

Prese e spine

Devono garantire che i collegamenti fra l'apparecchio utilizzatore e la rete di alimentazione siano facilmente inseribili e disinseribili e vengono suddivise in:

- prese a spina per usi domestici e similari;
- prese a spina per usi industriali;
- prese a spina per tipi complementari per usi domestici e similari;
- spine non smontabili bipolari 2,5A 250V con cavo per usi domestici e similari.

Nelle prese e spine per usi domestici la tensione nominale massima è di 380V e la corrente massima è di 25A.

Requisiti tecnico-professionali

La legge 46/90 identifica la figura professionale di chi è abilitato a operare nel campo dell'installazione degli impianti elettrici. Per quanto concerne i requisiti tecnico-professionali, l'esercizio dell'attività di installazione, trasformazione, ampliamento e manutenzione sono subordinati al possesso di alcuni requisiti tecnico-professionali da parte del titolare dell'azienda installatrice:

- laurea in materia tecnica specifica conseguita presso una università statale o legalmente riconosciuta;
- o diploma di scuola secondaria superiore conseguito, con specializzazione relativa al settore delle attività, presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, previo un periodo di inserimento, di almeno un anno continuativo, alle dirette dipendenze di un'impresa

del settore;

- o titolo o attestato conseguito ai sensi della legislazione vigente in materia di formazione professionale, previo un periodo di inserimento, di almeno due anni consecutivi, alle dirette dipendenze di una impresa del settore;
- o prestazione lavorativa svolta, alle dirette dipendenze di una impresa del settore, nel medesimo ramo di attività dell'impresa stessa, per un periodo non inferiore a tre anni, escluso quello computato ai fini dell'apprendistato, in qualità di operaio installatore con qualifica di specializzato.

Per quanto riguarda la progettazione vengono definiti i limiti dimensionali, di potenza e le caratteristiche degli impianti oltre i quali è obbligatorio il progetto degli impianti elettrici. La realizzazione, la trasformazione o l'ampliamento di impianti

al di sopra dei requisiti sotto elencati richiedono la progettazione da parte di un professionista abilitato:

- utenze domestiche di singole unità abitative di superficie maggiore a 400m²;
- utenze condominiali di uso comune aventi potenza impegnata superiore a 6kW;
- impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi qualora la superficie sia superiore ai 200m²;
- impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi quando dotati di propria cabina di trasformazione;
- impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi quando classificati come luogo con pericolo di esplosione (CEI 64-2);
- impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi quando classifi-

cati come luogo a maggior rischio in caso di incendio (CEI 64-8);

- impianti relativi a luogo adibito ad uso medico (CEI 64-4). Al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme di cui all'art. 7 della Legge 46/90. Di tale dichiarazione, sottoscritta dal titolare dell'impresa installatrice e recante i numeri di partita IVA e di iscrizione alla Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, faranno parte integrante la relazione contenente la tipologia dei materiali impiegati nonché, dove previsto, il progetto.

Il committente o il proprietario è tenuto ad affidare i lavori a imprese abilitate.

Alla violazione di quanto previsto consegue, a carico del committente o del proprietario, una sanzione amministrativa da 50€ circa a 250€ circa.

Dimensioni interne (LxHxP) [mm]	Predisposizione numero scomparti	Diametro del tubo [mm]						
		16	20	25	32	40	50	63
90 x 90 x 45	1	7	4	3	-	-	-	-
120 x 100 x 50	1	10	6	4	-	-	-	-
120 x 100 x 70	1	14	9	6	-	-	-	-
150 x 100 x 70	1	18	12	8	4	4	2	-
180 x 130 x 70	1	20	12	8	6	4	2	-
200 x 150 x 70	2	24	16	10	6	4	4	-
300 x 150 x 70	3	-	24	16	10	6	5	2
390 x 150 x 70	4	-	-	20	12	8	6	3
480 x 150 x 70	3	-	-	24	16	10	6	4
520 x 200 x 80	3	-	-	-	-	12	8	6

Dimensionamento rapido delle cassette di derivazione in funzione numero di tubi e della sezione.

Quando le prese sono utilizzate per apparecchiature con potenza superiore a 3kW devono essere del tipo interbloccato con interruttore che consente l'inserimento della spina solo in assenza di tensione sulla presa.

I locali a rischio: cucina e bagno

I criteri di progettazione dell'impianto elettrico nelle cucine di uso familiare devono tenere in considerazione le specifiche caratteristiche di pericolosità di questo ambiente anche se classificabile

come "ordinario".

Nei locali bagno e doccia il livello di pericolo: è massimo quando il corpo è immerso nel bagno o è sotto la doccia; grande quando è possibile toccare con una mano parti accidentalmente in tensione; notevole quando si cammina con piedi nudi su pavimento bagnato e da pareti ricoperte da gocce di condensa.

La norma CEI 64-8 definisce 4 zone.

Zona 0

Volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia. È vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico anche a bassissima tensione di sicurezza.

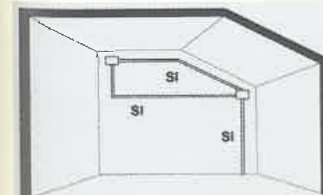
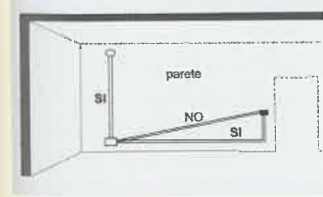
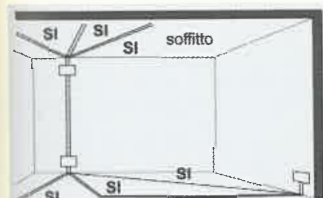
L'eventuale vasca per idromassaggio deve rispondere a specifiche caratteristiche.

Zona 1

Volume delimitato dalla superficie verticale circoscritta alla vasca da bagno o al piatto doccia o, in assenza del piatto doccia, dalla superficie verticale posta a 60cm dal soffione della doccia; dal pavimento e dal piano orizzontale situato a 255cm al di sopra del pavimento; se, tuttavia, il fondo della vasca da bagno o dal piatto doccia si trova a più di 15cm al di sopra del pavimento, il piano orizzontale viene situato a 225cm al di sopra di questo fondo.

Sono installabili solo utilizzatori fissi, con grado di protezione non inferiore a IPX4, alimentati a tensione non superiore a 25V.

Non sono ammesse: scatole di derivazione e apparecchi di comando e prese di qualsiasi



In alto, nel pavimento le condutture possono avere un qualsiasi andamento purché queste abbiano una disposizione ordinata.

Al centro, le condutture incassate nelle pareti devono essere posate secondo percorsi orizzontali o verticali.

Sotto, nel caso di soffitti inclinati come nel caso di mansarde o recupero di sottotetti è ammissibile che la conduttura sia parallela all'andamento inclinato della falda del tetto.

Gestione energeticamente corretta del progetto elettrico

Una strategia efficace di risparmio energetico si sviluppa nella concezione dell'impianto per contenere gli sprechi anche nelle situazioni in cui l'utente è poco propenso ad adottare un comportamento ecosostenibile

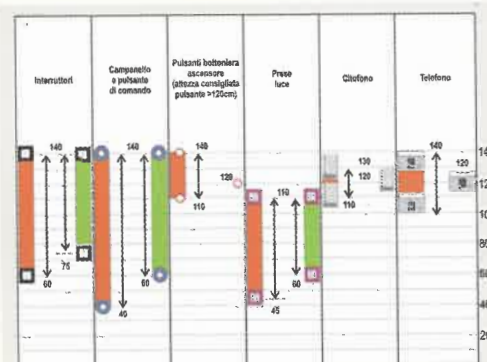
La rete elettrica di distribuzione deve essere ottimizzata considerando a priori tutte le opportunità che possono far risparmiare energia durante la gestione: ubicare i nodi di ripartizione delle correnti il più vicino possibile ai carichi elettrici di maggior potenza; nel caso di più utenze di potenza uguale e rilevante, ubicare il nodo di ripartizione dell'energia in un punto equidistante (regola del baricentro elettrico); ridurre le cadute di tensione sulle linee d'alimentazione (aumentando la sezione dei cavi); diminuire le resistenze di contatto nei collegamenti e i fenomeni di mutua induzione sulle linee di alimentazione.

Per le apparecchiature attive anche in periodi durante i quali il loro servizio non viene richiesto, progettare una temporizzazione che toglie l'alimentazione in automatico dopo un determinato tempo prefissato.

È consigliato utilizzare un sistema che integri la luce naturale e artificiale, purché vengano selezionati gli ambienti utilizzati durante il giorno. È costituito da apparecchi di illuminazione di tipo a fluorescenza con reattore elettronico dimmerabile, un fotosensore con ingresso 0-10V o 4-20mA, un rilevatore di presenza a infrarossi e una scheda di gestione. A seconda della reazione del fotosensore, avviene la regolazione del reattore elettronico della lampada fluorescente che modula l'emissione del flusso luminoso.

È consigliabile automatizzare le attività di routine dell'edificio mediante l'uso di temporizzatori e programmatori orari, anche in combinazione con dispositivi di consenso. Una soluzione è quella di progettare l'impianto di distribuzione dell'energia su 3 circuiti separati (principale, preferenziale e privilegiato) che gestiscono solo determinati carichi, mediante l'utilizzo di un centralino d'appartamento di tipo intelligente.

Grazie al contenimento del fattore di potenza a valori prossimi allo 0,9 si evita di pagare penali all'ente erogatore e distributore d'energia. Si può agire attraverso 2 scelte tecniche: l'azione diretta, il cui obiettivo è quello di eliminare o limitare i prelievi d'energia reattiva; e l'azione indiretta, il cui obiettivo è quella di fornire all'impianto l'energia reattiva richiesta senza prelevarla dalla rete di distribuzione dell'ente distributore. L'azione diretta principale consiste nel rifasamento degli impianti vero e proprio, ovvero di una inserzione di carichi capacitivi a compensazione dei carichi induttivi. L'azione indiretta consiste, invece, nell'inserzione di batterie di condensatore sull'impianto in modo più o meno automatico, per ridurre la corrente assorbita dall'impianto utilizzatore al gruppo di misura.



Schema delle altezze consigliate per la collocazione di quadri, interruttori e prese. In arancio sono indicate le altezze entro le quali devono essere posti i dispositivi mentre in verde sono indicate le bande di variabilità consigliate (fonte: E.Neufert, Enciclopedia pratica per progettare e costruire, Hoepli)

Piccolo glossario tecnico

Apparecchio utilizzatore

Apparecchio che trasforma l'energia elettrica in un'altra forma di energia.

Circuito di distribuzione

Circuito che alimenta un quadro di distribuzione o circuito di una linea dorsale.

Circuito elettrico

Insieme di componenti di un impianto alimentato da uno stesso punto e protetto contro le sovracorrenti da uno stesso dispositivo di protezione.

Circuito terminale

Circuito direttamente collegato agli apparecchi utilizzatori o alle prese a spina.

Commutatori

È chiamato anche doppio interruttore e consente di comandare due punti luce dallo stesso punto.

Conduttore di protezione (PE)

Conduttore prescritto per alcune misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento di alcune delle seguenti parti: masse, masse estranee, collettore (o nodo) principale di terra.

Conduttore di terra (CT)

Conduttore di protezione che collega il collettore principale di terra (o nodo) al dispersore o i dispersori tra di loro.

Conduttore equipotenziale principale (EQP) e supplementare (EQS)

Conduttore di protezione destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale.

Conduttore di neutro

Conduttore attivo collegato al punto di neutro del sistema di distribuzione e/o generazione.

Conduttura

Insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano l'isolamento e la loro e protezione meccanica.

Conduttore PEN

Conduttore che svolge insieme le funzioni sia di conduttore di protezione sia di conduttore di neutro.

Contatto diretto

Contatto di persona con parti attive.

Contatto indiretto

Contatto di persona con una mas-

sa in tensione per un guasto.

Corrente di cortocircuito (franco)

Valore di sovracorrente che si stabilisce nel circuito a seguito di un guasto di impedenza trascurabile fra due punti sottoposti a differenza di potenziale.

Corrente di guasto

Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolante o quando l'isolamento è cortocircuitato.

Corrente di guasto a terra

Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto di terra.

Corrente di impiego (Ib)

Corrente che può circolare in un circuito nel servizio ordinario solitamente caratterizzata dall'utilizzatore, misurata in Ampere (A).

Corrente di sovraccarico

Valore di sovracorrente che si verifica in un circuito elettricamente sano. (ad esempio la corrente di avviamento di un motore).

Corrente differenziale

Somma algebrica dei valori istantanei delle correnti che percorrono tutti i conduttori attivi di un circuito in un punto dell'impianto.

Deviatori

Dispositivi in grado di deviare la corrente che li attraversa su due uscite alternativamente. Utilizzati sempre in coppia, consentono di comandare uno stesso punto luce da due posizioni diverse.

Doppio isolamento

Isolamento comprendente sia l'isolamento principale che l'isolamento supplementare.

Interruttori bipolari

A differenza degli interruttori unipolari sono in grado di interrompere 2 poli.

Interruttori crepuscolari

Dotati di un meccanismo fotosensibile, consentono di chiudere e aprire i contatti in uscita di un relè che apre o chiude a seconda dei casi il circuito di alimentazione di un impianto di illuminazione.

Interruttore differenziale classe A

Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali e per correnti differenziali unidirezionali pulsanti, applicate improvvisamente

o lentamente crescenti.

Interruttore differenziale classe AC

Interruttore differenziale il cui sgancio è assicurato per correnti alternate sinusoidali differenziali applicate improvvisamente o lentamente crescenti.

Interruttori unipolari

Sono interruttori, o punti di comando e hanno la funzione di aprire o chiudere un circuito sotto carico. Sono utilizzati prevalentemente per gestire i punti luce di piccoli locali.

Invertitori

Nel caso in cui sia necessario aumentare il numero dei punti di comando in presenza di due o più deviatori, vengono inseriti questi dispositivi che si collocano impiantisticamente in una posizione intermedia tra due deviatori.

Isolamento principale

Isolamento delle parti attive utilizzato per la protezione base contro i contatti diretti e indiretti.

Isolamento rinforzato

Sistema unico di isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate nelle relative Norme.

Isolamento supplementare

Isolamento indipendente previsto in aggiunta all'isolamento principale per assicurare la protezione contro i contatti elettrici in caso di guasto dell'isolamento principale.

Massa

Parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto.

Massa estranea

Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra.

Parte attiva

Conduttore o parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso per convenzione il conduttore PEN.

Portata in regime permanente di una conduttura (Iz)

Massimo valore di corrente che

può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, ovvero è la massima corrente che la conduttura può sopportare senza pregiudicare la durata della sua vita.

Pulsanti

Dispositivi di tipo unipolare utilizzati nei casi in cui per cambiare lo stato dei contatti è sufficiente un piccolo impulso. Vengono utilizzati accoppiati ai relè o per comandare impianti di segnalazione acustica.

Relè

Dispositivi elettromagnetici costituiti da tre sezioni: una elettrica, una magnetica e una meccanica. Possono essere utilizzati in sostituzione degli interruttori unipolari o dei commutatori per comandare punti luce o altre utenze da più posizioni.

Resistenza di terra

Resistenza tra il collettore (o nodo) principale di terra e la terra.

Sovraccorrente

Qualsiasi valore di corrente che supera il valore nominale. Per le condutture, il valore nominale è la portata Iz. Le sovracorrenti devono essere eliminate in tempi tanto più brevi quanto più elevato è il valore della sovracorrente.

Temporizzatori

Particolari dispositivi che provocano lo spegnimento di apparecchi utilizzatori dopo un certo tempo.

Tensione nominale

Tensione per cui un impianto o una sua parte è progettato.

Tensione di contatto

Tensione che si stabilisce fra parti simultaneamente accessibili, in caso di guasto dell'isolamento.

Tensione di contatto limite convenzionale (UT)

Massimo valore della tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate.

Variatori di luminosità (dimmer)

Dispositivi elettronici che consentono anche di variare e quindi regolare in modo continuo il flusso luminoso emesso da un corpo illuminante con lampada ad incandescenza o alogena.

tipo (fatta eccezione per il tirante del pulsante di allarme e per i comandi della vasca idromassaggio).

Zona 2

Volume delimitato dalla superficie verticale della zona 1, dalla superficie verticale situata a 60cm dalla superficie precedente e parallela a essa e dal piano situato a 225cm sopra il pavimento.

Stesse precauzioni prescritte per la zona 1, ma sono ammessi apparecchi illuminanti anche di classe I con involucri di protezione IPX4.

Sono ammesse anche unità di classe I per vasche idromassaggio. Gli utilizzatori devono essere protetti da interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30\text{mA}$.

Zona 3

Volume delimitato dalla superficie verticale esterna della zona 2, dalla superficie verticale situata a 240cm dalla superficie precedente e parallela a essa, dal pavimento e dal piano situato a 225cm sopra il pavimento.

Sono ammessi tutti gli apparecchi purché con grado di protezione non idonea a IPX1, fatta eccezione per apparecchi di comando e prese a spina da incasso in pareti verticali.

Gli utilizzatori a 230V devono essere protetti da interruttore differenziale con corrente nominale $I_{dn} \leq 30\text{mA}$ (può essere quello installato per protezione generale al centralino).

Nei locali bagno non sono ammesse condutture in tubi metallici.

Le condutture incassate a una profondità $\geq 5\text{cm}$ si considerano fuori da zone pericolose.

Nelle zone 1, 2 e 3 non sono ammesse condutture in vista, costituite da cavi con guaine aggraffati a pareti (a eccezione delle code di allacciamento).

Nelle zone 1 e 2 non sono ammesse condutture in trnsito.

Nelle zone 1, 2 e 3 le condutture devono avere isolamento equivalente alla classe II (tubo in PVC contenente cavi unipolari).

Progettare con il BUS: alcune regole

La caratteristica di un impianto "intelligente" (sistema BUS) è definita dal tipo di cablaggio, caratterizzato da una linea di potenza che alimenta solo le utenze e da una linea BUS (doppino intrecciato) che trasporta i segnali tra gli apparecchi di comando e gli attuatori. La comunicazione in tutti i sistemi BUS avviene in modo "seriale", ovvero mettendo in sequenza temporale sullo stesso mezzo fisico le informazioni costituite da serie di bit (unità minima di informazione). Su un unico supporto fisico, il doppino intrecciato telefonico di Classe 1 (TP1), vengono collegati in derivazione tutti i punti di ingresso (trasmettitori/sensori) e tutti i punti di uscita (ricevitori/attuatori) che costituiscono il sistema. Ogni punto, ingresso o uscita che sia, viene distinto da un altro qualsiasi mediante un indirizzo, ossia un numero distintivo scritto nella memoria del dispositivo all'atto dell'installazione.

Al verificarsi di una trasmissione (presenza di un segnale in linea) ogni dispositivo decodifica l'indirizzo presente nel messaggio e può stabilire se il messaggio è rivolto a se stesso; in tal caso procede nella ricezione e si attiva in modo conseguente al significato del messaggio ricevuto.

La topologia lineare è la struttura più semplice per piccoli sistemi dedicati ad un'unica applicazione o ad aree poco estese. Per edifici a più piani è adatta una topologia ad albero con una linea principale e una linea dedicata ad ogni piano. Per installazioni all'interno di insiemi di edifici si usano diverse reti interconnesse (gateways o bridges) a una rete dorsale (backbone).

I cavi di alimentazione di rete e il cavo BUS dovranno essere installati vicini quanto più possibile per ridurre l'area interessata da fenomeni elettromagnetici. Evitare che i cavi BUS siano troppo vicini ($< 3\text{cm}$) a cavi di rete conduttori di correnti elevate o ricche di componenti armoniche per evitare l'accoppiamento elettromagnetico, ciò vale anche per le parti conduttrici estese (tubazioni riscaldamento).

La rete BUS dovrà avere appropriata distanza dai conduttori o dalle parti metalliche appartenenti al sistema di protezione contro le scariche atmosferiche. Alcune regole generali per la fase di predisposizione:

- Il più vicino possibile all'ingresso degli impianti va installata una scatola di derivazione (centralino o quadro d'ingresso).
- Ogni piano e ogni zona deve ospitare almeno 2 scatole centrali di distribuzione (Energia-BUS e Comunicazioni-BUS), riunite in una, nel caso in cui si preveda l'installazione di apparati (centralini PABX) e cablaggi che consentano la separazione galvanica di sicurezza tra rete pubblica e impianto privato. Ogni zona e ogni piano sono tra loro connessi da montanti, di sezione almeno doppia rispetto alla canalizzazione a livello di zona o piano.
- Ogni singola stanza o area di servizio deve avere una scatola di derivazione collegata al centralino o quadro di ingresso direttamente o tramite altre scatole di derivazione. È possibile la coabitazione della rete di alimentazione 230V con la rete BUS se: esiste un disaccoppiatore installato tra la rete pubblica e privata di ciascun servizio interno; i cavi relativi a ciascun servizio abbiano un grado di isolamento adeguato (CEI 64-8).
- Ogni singola area di servizio (locale) deve prevedere una scatola di distribuzione cui vanno collegate le singole scatole porta-apparecchi, facendo in modo che: la canalizzazione a pavimento venga realizzata ad anello chiuso sulla scatola di derivazione; ogni scatola da incasso possa essere condivisa da più servizi; la dimensione della canalizzazione, tra scatola e scatola e fra queste e la canalizzazione a pavimento, consenta il passaggio di più cavi BUS.

POTENZA MASSIMA INSTALLATA (1)	CORRENTE NOMINALE INTERRUPTORE AUTOMATICO (I _n)	LUNGHEZZA MASSIMA DELLA LINEA (L)	SEZIONE DEL CAVO [mm ²]
1,3 kVA	6 A	L ≤ 51m	1,5
		51m < L ≤ 84m	2,5
		84m < L ≤ 138m	4
2,2 kVA	10 A	L ≤ 30m	1,5(2)
		30m < L ≤ 50m	2,5
		50m < L ≤ 80m	4
		80m < L ≤ 121m	6
3,5 kVA	16 A	L ≤ 31m	2,5(3)
		31m < L ≤ 50m	4
		50m < L ≤ 75m	6
		75m < L ≤ 125m	10
4,4 kVA	20 A	L ≤ 40m	4(4)
		40m < L ≤ 60m	6
		60m < L ≤ 100m	10

(1) È la potenza relativa al singolo circuito. Per passare da kW a kVA dividere per il cosφ.
 (2) Se il cavo ha isolamento in PVC e i circuiti posati entro lo stesso tubo, o canale, sono più di 5, adottare la sezione 2,5mm².
 (3) Se il cavo ha isolamento in PVC e i circuiti posati entro lo stesso tubo, o canale, sono più di 4, adottare la sezione 4mm².
 (4) Se il cavo ha isolamento in PVC e i circuiti posati entro lo stesso tubo, o canale, sono più di 4, adottare la sezione 6mm².

Uso	Dotazioni minime consigliate da CEI 64-50	Ulteriori dotazioni consigliate	Ubicazione preferibile
Illuminazione generale	1 punto luce a soffitto interrotto	-	Centro soffitto
Luce spicchio	1 punto luce a parete interrotto	-	Sopra livello
Presse rasoio	1 presa 10A	-	A fianco livello
Presse elettrodomestici	1 presa 16A (per lavatrice)	1 presa 16A (per stufetta)	Vicino alle predisposizioni idrauliche
Scaldacqua elettrico	1 allacciamento	-	Vicino alle predisposizioni idrauliche
	1 interruttore	-	Fuori bagno (comune in zona 3)
Allarme bagno	1 pulsante a tirante	-	Sopra la vasca
Aspiratore (solo bagni ciechi)	1 allacciamento (o 1 presa 10A)	Temporizzatore vincolato all'accensione della luce	Vicino alla presa d'aspirazione

Sopra, sezione dei cavi (unipolari o multipolari) per carichi monofasi (230V) (fonte: (fonte: Impianti a norme CEI, Vol. 1: "Edifici civili", Editore TNE, Torino).

Consistenza minima e dotazioni consigliate per locali bagno (fonte: G.Dall'O', Gli Impianti nell'Architettura, Vol. 2, UTET, Torino 2001).

ri, oppure cavi con guaina). Il pulsante a tirante non può essere installato in zona 1, l'altezza è $\geq 2,25m$ e deve essere isolante (filo di nylon, corda di cotone, ecc.).

LA SICUREZZA

Impianto di messa a terra

Serve a collegare tra loro le masse, portandole allo stesso potenziale di terra, per evitare la generazione di correnti di guasto attraverso il corpo umano dovute a differenze di potenziale tra una massa di un'apparecchiatura guasta e una non guasta.

La protezione avviene anche attraverso interruttori di protezione differenziali (salvavita), coordinati con il valore della resistenza di terra.

L'impianto è composto da:

- dispersore di fatto (ferro di armatura annegato nel cemento armato);
- dispersore intenzionale verticale (a picchetto a croce o tubolare);
- conduttori in corda di rame nuda che uniscono i dispersori intenzionali (dispersore intenzionale orizzontale);
- conduttori di terra, che uniscono dispersori intenzionali e di fatto al nodo equipotenziale di terra;
- conduttori di protezione (PE), che uniscono il nodo equipotenziale alle masse metalliche degli apparecchi utilizzatori e

agli alveoli centrali delle prese a spina

- conduttori equipotenziali principali;
- conduttori equipotenziali supplementari.

Nelle reti BT si considerano 3 modi di collegamento a terra (sistemi di esercizio del neutro): sistema TT, TN e IT.

Le differenze riguardano la messa a terra del neutro e il tipo di collegamento a terra delle masse.

Gli apparecchi installati sulle reti, indipendentemente dal sistema di gestione del collegamento a terra, devono assicurare la protezione delle persone e garantire la continuità di servizio delle utenze alimentate.

Protezione contro i sovraccarichi

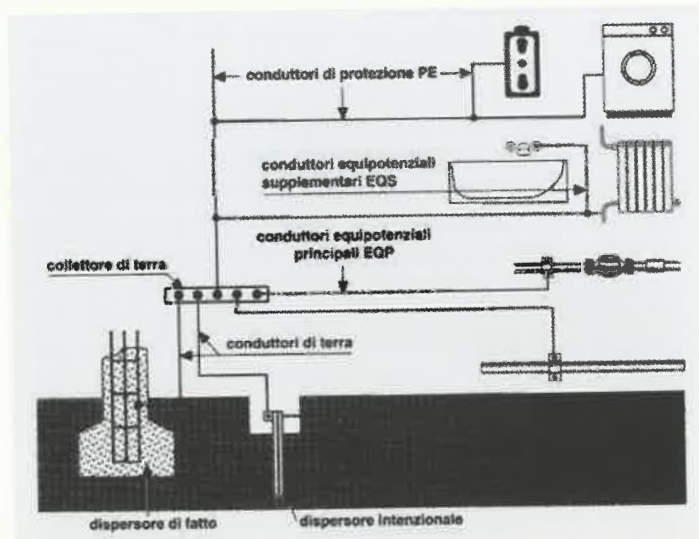
La norma CEI 64.8 richiede che siano rispettate le due condizioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

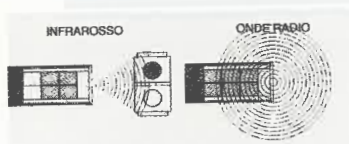
dove: I_b è la corrente di impiego della conduttura; I_n è la corrente nominale o di regolazione del dispositivo di protezione; I_z è la portata in regime permanente della conduttura che deve essere determinata in riferimento alle effettive condizioni di funziona-

Schema di un impianto di messa a terra di una unità immobiliare.



Impianto senza fili non invasivo

Quando si interviene sull'esistente progettando un nuovo impianto, o semplicemente ampliando quello già presente, è possibile utilizzare sistemi non invasivi come quelli senza fili (wireless). Si usa per far dialogare e interagire fra loro dispositivi diversi (telefoni, stampanti, notebook, PDA, impianti HiFi, tv, computer, PC, cellulari, elettrodomestici, device, ecc.) senza la necessità di collegamenti via cavo. Wireless si riferisce a una tipologia di comunicazione, a un monitoraggio e a un insieme di sistemi di controllo in cui i segnali viaggiano principalmente via radiofrequenza (RF) o via infrarosso (IR).



La radiofrequenza

Pur essendo senza fili, i prodotti a radiofrequenza sono compatibili con le soluzioni elettromeccaniche tradizionali: per integrare le due tecnologie è sufficiente inserire un attuatore di energia per comandare il carico. L'elemento trasmettitore (pulsantiera o telecomando) può essere installato in qualsiasi posizione poiché alimentato con pile alcaline, nel caso in cui non si volessero eseguire opere murarie è possibile utilizzare del nastro biadesivo applicato sul retro, posizionandolo su metallo, ceramica, vetro, legno o su qualsiasi superficie liscia, in verticale o in orizzontale. Per il funzionamento non occorre alcuna operazione complessa di programmazione: il trasmettitore e l'attuatore vengono "sintonizzati" manualmente agendo sugli stessi componenti. Considerando le problematiche connesse alla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (regolamentate dalla Legge quadro n.36 del 22/02/2001), la tollerabilità dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici eventualmente generati dalle apparecchiature wireless andrà di volta in volta accertata ai sensi delle norme vigenti (attualmente il D.M. n. 381 del 10/09/1998 del Ministero dell'Ambiente).

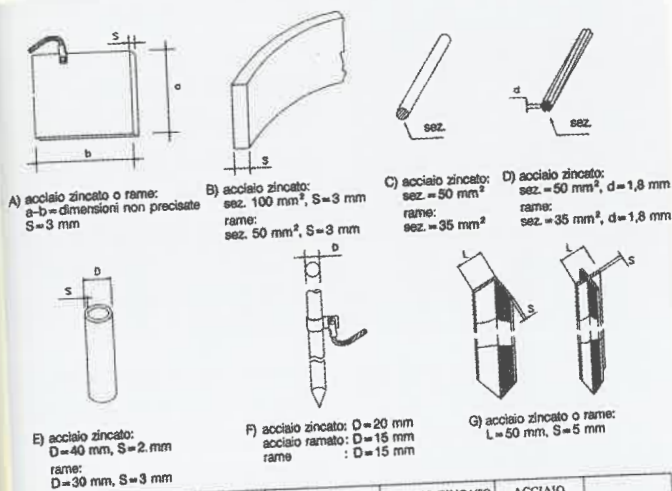
La tecnologia Bluetooth

Si basa sulla possibilità di far comunicare i dispositivi wireless di piccole dimensioni attraverso onde radio. I collegamenti senza fili sono effettuati usando un ricetrasmittitore radiofonico che opera nella frequenza di 2,4GHz, frequenza assegnata per usi industriali. I network wireless sono chiamati piconet: composti da due fino a un max di 8 dispositivi.

Progettato per funzionare anche in ambienti con forte presenza di interferenze, campi elettromagnetici, segnali radio, o gamme RF, e non è disturbato da oggetti interposti o ostacoli vari, ciò al fine di assicurare collegamenti sempre efficienti e affidabili. La velocità di comunicazione è prossima ad 1Mbps anche con piccole potenze nell'ordine di alcuni milliWatt, impiegando la tecnologia TDD (Time Division Duplex, per la gestione del traffico asimmetrico, come ad esempio per Internet, e nel prossimo futuro con l'Umts, offre una mobilità limitata). La configurazione dei dispositivi cambia in modo automatico, questo consente la sincronizzazione dei dati tra dispositivi. Tramite il protocollo SDP (Service Discovery Protocol) ogni dispositivo conosce i servizi disponibili.

La tecnologia infrarossi (IR)

Trova ampia applicazione nell'uso dei telecomandi perchè l'emissione del segnale è direzionale; è adatta all'automazione di utenze domestiche. Rispetto alle onde radio, richiede che tra emettitore e ricevitore non siano presenti elementi di ostacolo che impediscano la ricezione, ciò ne limita la portata e l'uso (raggio di azione: da 10 a 20m), ma permette di comandare in modo indipendente, con lo stesso trasmettitore, utilizzatori in ambienti diversi, sfruttando il potere opacizzante delle pareti all'infrarosso.



	TIPO DI ELETTRODO	DIMENSIONI	ACCIAIO ZINCATO A CALDO (1) (NORMA CEI 7-6)	ACCIAIO RIVESTITO DI RAME	RAME
Per posa nel terreno	A) Piastra	Spessore	3 mm		3 mm
	B) Nastro	Spessore Sezione	3 mm 100 mm ²		3 mm 50 mm ²
	C) Tondino o conduttore massiccio	Sezione	50 mm ²		35 mm ²
	D) Conduttore cordato	φ ciascun filo Sezione corda	1,8 mm 50 mm ²		1,8 mm 35 mm ²
Per infissione nel terreno	E) Picchetto a tubo	φ esterno Spessore	40 mm 2 mm		30 mm 3 mm
	F) Picchetto massiccio	φ	20 mm		15 mm (2) (3)
	G) Picchetto in profilato	Spessore o dimensione trasversale	5 mm 50 mm		5 mm 50 mm

(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm²).
 (2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100 μm.
 (3) Rivestimento per trafilatura: spessore 500 μm.
 Tipo e dimensioni non considerati nella norma.

Materiali per impianto di messa a terra (fonte: Impianti a norme CEI, Vol. 1: "Edifici civili", Editore TNE, Torino).

Parametri di allacciamento dei principali utilizzatori domestici, con esempio relativo alla cucina (fonte: G. Dall'O, Gli Impianti nell'Architettura, Vol. 2, UTET, Torino 2001).

mento; I_f è la corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

L'interruttore automatico deve avere una corrente nominale superiore alla corrente di impiego della conduttura.

Il cavo, poi, deve avere la portata adeguata e la verifica: è indispensabile in caso di fusibili; non necessaria nel caso di interruttori automatici perchè la corrente di funzionamento è:

- $1,45 I_n$ per interruttori per uso domestico conformi alla norma CEI 23-3;
- $1,3 I_n$ per interruttori per uso industriale conformi alla norma CEI EN 60947-2.

Protezione da contatti diretti

Durante un contatto diretto, la corrente che ritorna alla sorgente

di energia è quella che attraversa il corpo umano.

I mezzi per proteggere le persone dai contatti diretti sono:

- Protezione totale, ovvero l'isolamento delle parti attive (scatola isolante degli interruttori, isolamento del cavo, ecc) e l'impiego di involucri o barriere con un grado di protezione almeno IPXXB.

In caso di superfici orizzontali di barriere o involucri a portata di mano il grado di protezione non

deve essere inferiore a IPXXD.

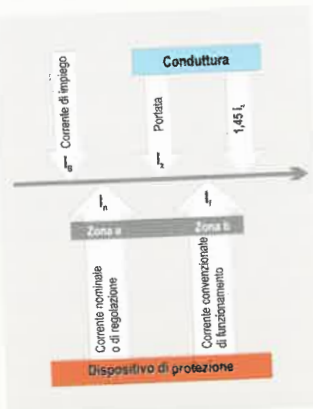
• Protezione parziale, ovvero una protezione mediante allontanamento delle parti attive o con interposizione di un ostacolo, tra le parti in tensione e l'utente, rimovibile senza attrezzi particolari.

Alcune installazioni possono presentare rischi particolari come l'isolamento che rischia di essere danneggiato, conduttori di protezione assenti o rischi di rottura (cantiere, miniere, ecc.).

• Protezione addizionale attraverso dispositivi differenziali ad alta sensibilità ($I_{dn}=30mA$), riconosciuti come un'aggiunta alle misure di protezione sopra indicate e non come unico mezzo di protezione contro i contatti diretti.

- Circuiti a bassissima tensione

A sinistra, schematizzazione, riferita alle correnti, della portata del cavo (I_z), della taratura delle protezioni (I_n), delle correnti di impiego degli utilizzatori (I_B): dove I_f è la corrente convenzionale di funzionamento.



Tipo di utilizzatore	Potenza presunta [W]	Tipo di allacciamento	Sezione cavo [mm ²]	Ubicazione preferenziale
Centro luce a soffitto	100	Interrotto con comando alla porta	1,5	Al centro del soffitto (in caso di ubicazione obbligata del tavolo, sopra il tavolo)
Centro luce a parete	100	Interrotto con comando dal banco cucina (per alcune cucine con luce incorporata: presa 2P+T, 10A comandata dal banco cucina)	1,5	Sopra il banco cucina (evitare il tratto di parete sopra i fornelli di cottura)
Aspiratore cappa	200	Interrotto con comando dal banco cucina in prossimità dei fornelli (per cappe incorporate presa 2P+T, 10A comandata dal banco cucina)	1,5	In prossimità della bocchetta del camino di aspirazione
Scaldacqua elettrico	1500	Allacciamento fisso con eventuale protezione locale mediante interruttore automatico magnetotermico differenziale ($I_{dn}=10mA$)	2,5	In prossimità del punto di allacciamento idraulico
Lavastoviglie e/o lavatrice, cucina elettrica	2000	Presa 2P+T, 16/10A (meglio prese di sicurezza con protezione magnetotermica e differenziale incorporata $I_n=10A$, $I_{dn}=10mA$)	2,5	In prossimità del punto di allacciamento idraulico. Per cucina elettrica: in prossimità del punto di allacciamento del gas.
Frigorifero e/o congelatore	500	Presa 2P+T, 16/10A (meglio prese di sicurezza con protezione magnetotermica e differenziale incorporata $I_n=10A$, $I_{dn}=10mA$)	2,5	Sulla parete del supporto cucina il più lontano possibile da forno e fornelli
Piccoli elettrodomestici	300	Gruppo di 3 prese 2P+T, 10A (meglio se protette localmente mediante interruttore automatico magnetotermico differenziale $I_n=10A$, $I_{dn}=10mA$)	1,5	Sopra ogni manco di preparazione cibi del blocco cucina
Ferro da stiro	1000	Presa 2P+T, 16/10A (meglio prese di sicurezza con protezione magnetotermica e differenziale incorporata $I_n=10A$, $I_{dn}=10mA$)	2,5	Vicino al tavolo
Lucidatrici, lavapavimenti e aspirapolvere	500	Presa 2P+T, 16/10A (meglio prese di sicurezza con protezione magnetotermica e differenziale incorporata $I_n=10A$, $I_{dn}=10mA$)	2,5	Vicino alla porta d'ingresso (meglio dal lato del battente e montata ad una altezza di almeno 17,5 cm dal pavimento)

Sezione del cavo [mm ²]	Protezione del cavo - lunghezza massima protetta [m]											
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
1,5	370	247	185	148	123	106	93	82	74	62	53	46
2,5	617	412	309	247	206	176	154	137	123	103	88	77
4	-	658	494	395	329	282	247	219	198	165	141	123
6	-	-	741	593	494	423	370	329	296	247	212	185
10	-	-	-	-	-	705	617	549	494	412	353	309
16	-	-	-	-	-	-	-	-	790	658	564	494

I _n [A]	R _A [Ω]	
	50	25
0,03	1696	833
0,3	166	83
0,5	100	50
1	50	25

che permettono di realizzare una protezione combinata contro i contatti diretti e indiretti tramite l'alimentazione dei circuiti a bassissima tensione, l'utilizzo di componenti speciali e particolari condizioni di installazione.

Protezione da contatti indiretti

Le misure di protezione contro i contatti indiretti sono di due tipologie quelle tramite interruzione automatica del circuito e quelle senza interruzione automatica del circuito tramite: componenti con isolamento doppio o rinforzato (materiali in classe II); quadri prefabbricati aventi un isolamento completo e cioè realizzato con apparecchi in classe II, involucro in materiale isolante, ecc.; isolamento supplementare in aggiunta a quello principale; separazione elettrica realizzata con un trasformatore di isolamento; locali in cui pavimenti e pareti sono in materiale isolante; locali in cui le masse siano collegate tra loro da un conduttore equipotenziale e non siano connesse con la terra.

Per realizzare una protezione attiva contro i contatti indiretti è necessario che:

- tutte le masse estranee e tutti gli elementi conduttori accessibili siano collegati all'impianto di terra tramite un conduttore di protezione;
- due masse accessibili simultaneamente devono essere collegate al medesimo dispersore;
- i tempi di intervento della protezione siano tali da garantire

Se si conosce la natura della linea, intesa come lunghezza e sezione e le caratteristiche di taratura della protezione magnetica dell'interruttore, si può ottenere la tabella delle lunghezze massime protette dei cavi in funzione dei valori di corrente di regolazione magnetica. La tabella sarà da usarsi quando non è presente la protezione termica.

A sinistra, massima resistenza di terra ammessa per la sicurezza nei sistemi TT contro i contatti indiretti per tensioni limite di contatto.

l'incolumità della persona;

- venga a contatto con una massa accidentalmente sotto tensione.

Il massimo tempo di intervento delle protezioni dipende dal sistema di neutro, dalla tensione nominale tra fase e terra, dalle caratteristiche dell'ambiente.

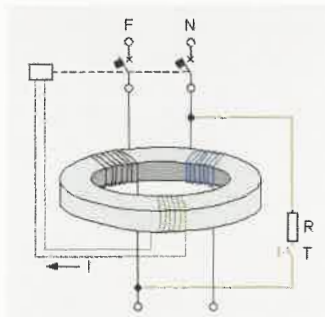
I dispositivi di protezione differenziale

In un sistema TT, per garantire la protezione delle persone contro i contatti indiretti, deve essere soddisfatta la seguente equazione:

$$I_A = \frac{U_T}{R_A}$$

dove: I_A [A] è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione in modo automatico; U_T [V] è la tensione limite di contatto pari a 50 V per gli ambienti ordinari e 25 V in ambienti a maggior rischio o particolari); R_A [Ω] è la resistenza dell'impianto di dispersione.

I dispositivi automatici ammessi dalla norma sono il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti e il dispositivo a corrente differenziale. Questi ultimi si basano sulla capacità di rilevazione della corrente di dispersione e sulla velocità di



apertura e interruzione del circuito. La rilevazione è ottenuta mediante un trasformatore di corrente (toroidale) in cui il primario è rappresentato dai conduttori attivi del circuito da proteggere. In condizioni normali, la somma vettoriale delle correnti che attraversano i conduttori attivi è nulla, pertanto i flussi generati all'interno del toroide si annullano reciprocamente e non generano corrente nell'avvolgimento della bobina di sgancio. Una corrente di dispersione rompe questo equilibrio e induce una corrente residua al secondario.

Selettività differenziale orizzontale

In caso di perdita di isolamento solo la partenza interessata al guasto viene messa fuori servizio. La parte di impianto a monte dei dispositivi differenziali deve essere realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di guasto e di conseguente messa in tensione acci-

dentale delle masse. Immagine in alto, interruttore differenziale composto da un nucleo magnetico toroidale su cui sono avvolte due bobine, che vengono collegate in serie con la linea da proteggere, e da una bobina di rilevazione differenziale che agisce sull'organo di comando.

A destra, schema di funzionamento della selettività orizzontale tra protezioni, dove I_g è la corrente di guasto e I_n indica il dispositivo differenziale.

dentale delle masse.

Selettività verticale

Per la continuità di esercizio e per i pericoli indotti da un'eventuale mancanza di energia può essere richiesto un coordinamento selettivo tra due o più dispositivi differenziali disposti in serie.

Per assicurarne la selettività le condizioni da soddisfare contemporaneamente sono che la corrente differenziale nominale del dispositivo a monte deve essere almeno il doppio di quella del dispositivo a valle; e il ritardo intenzionale imposto al dispositivo a monte deve essere superiore al tempo totale di interruzione del dispositivo a valle. Così la selettività differenziale è garantita per tutti i valori di corrente superiori alla soglia di intervento del dispositivo differenziale disposto a valle.

Negli interruttori differenziali per uso domestico la selettività si ottiene utilizzando dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo selettivo (S) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale, rispettando un rapporto minimo tra le soglie di intervento pari a 3.

Per ottenere selettività con i dispositivi a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1s.

Giuliano Dall'O', architetto, è docente presso il Dipartimento BEST del Politecnico di Milano e Direttore di ProgettoElettrico; Annalisa Galante, architetto, è coordinatore redazionale di ProgettoElettrico; Alessandro Prati è progettista di impianti elettrici.

