



GUIDA

IMPIANTO ELETTRICO

civile abitazione

Indice

Capitolo 1 - Criteri progettuali, livelli prestazionali, schemi esemplificativi e norme di riferimento.....	3
Criteri progettuali di un impianto elettrico per civile abitazione	4
Progetto elettrico	4
Livelli prestazionali secondo la CEI 64-8	6
Numero di circuiti da prevedere	9
Criteri generali di posizionamento delle prese	10
Posizionamento frutti in cucina.....	11
Posizionamento frutti in bagno.....	12
Posizionamento frutti in soggiorno	13
Posizionamento frutti in camera da letto.....	15
Norme di riferimento per il progetto di un impianto elettrico per civile abitazione.....	16
Capitolo 2 - Progetto di un impianto elettrico civile: descrizione e progettazione dei componenti elettrici, centralino elettrico, simboli elettrici e schema unifilare	17
Progetto di un impianto elettrico civile	18
Tipologia di impianto elettrico.....	19
Criteri generali sul dimensionamento di un impianto elettrico per civile abitazione	21
Corrente di impiego	21
Dimensionamento del cavo.....	21
Dimensionamento del montante.....	22
Caduta di tensione.....	24
Dimensionamento del conduttore di neutro	25
Dimensionamento del conduttore di protezione.....	26
Centralino elettrico.....	27
Interruttori differenziali (salvavita)	29
Sovracorrenti	30
Simboli di un impianto elettrico civile.....	32
Schema unifilare.....	35
Impianto di messa a terra	36
Capitolo 3 - Esempio pratico sul dimensionamento di un impianto elettrico civile.....	37
Prestazioni	41
Suddivisione delle linee	42
Calcolo corrente di impiego.....	43
Dimensionamento dei cavi.....	44
Calcolo caduta di tensione.....	45
Dimensionamento del conduttore di neutro e del cavo di protezione.....	48
Centralino elettrico.....	49
Schema unifilare.....	52
Computo metrico estimativo.....	53
Capitolo 4 - Calcolo di un impianto elettrico con software progettazione	55
Impostazioni preliminari sul software progettazione impianti elettrici.....	56
Modellazione architettonico.....	58
Modellazione impianto elettrico.....	59
Calcolo.....	63



Verifica se è disponibile una nuova versione della guida



Scarica Impiantus-ELETTRICO

Capitolo 1 - Criteri progettuali, livelli prestazionali, schemi esemplificativi e norme di riferimento

Criteria progettuali di un impianto elettrico per civile abitazione

Un impianto elettrico per civile abitazione è definito come l'insieme di tutti i componenti preposti a generare, distribuire e utilizzare la corrente elettrica.

L'impianto elettrico, così come è definito dall'articolo 21 della **norma CEI 64-8**, è costituito da:

- circuiti di alimentazione degli apparecchi utilizzatori
- circuiti di alimentazione delle prese a spina
- apparecchiature di protezione.

Per soddisfare i requisiti prestazionali di un impianto elettrico si valutano due fondamentali criteri progettuali:

- la **flessibilità nel tempo**: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative
- la **sicurezza ambientale**: intesa come protezione di persone e cose che in qualche modo interagiscono con l'ambiente in piena coerenza con la norma **CEI 64-8**.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati devono rispondere alle norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL e devono essere contrassegnati dal **marchio IMQ** quando è previsto. Devono essere adatti all'ambiente in cui si installano e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche a cui sono sottoposti.



Un adeguato numero di circuiti ed un corretto dimensionamento delle linee e delle protezioni sono caratteristiche essenziali per un impianto elettrico efficiente e sicuro. Una progettazione errata può essere causa di danni gravi o gravissimi a cose e/o persone.

L'impianto elettrico deve essere progettato considerando i seguenti aspetti:

- superficie calpestabile dell'abitazione
- carichi elettrici impiegati
- esigenze della committenza
- accordi fra committente e progettista.

In base a tali valutazioni si definirà la potenza impegnata.

La CEI 64-8 prevede che il valore minimo della potenza di impiego sia pari a:

- **3 kW** per superfici fino a 75 m²
- **6 kW** oltre i 75 m² anche se il contratto di fornitura può essere stipulato per una potenza inferiore.

Gli accordi fra committenza e progettista sono estremamente importanti. La diffusione di tecnologie come il piano cottura ad induzione, per esempio, può richiedere l'aumento della potenza contrattuale a 4,5 kW.

Progetto elettrico

Il dm 37/08 prevede la redazione del progetto elettrico per impianti di:

- produzione
- trasformazione
- trasporto

- distribuzione
- utilizzazione dell'energia elettrica
- di protezione contro le scariche atmosferiche
- di automazione di porte, cancelli e barriere

In particolare, Per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento di tali impianti (all'art. 1, comma 2, lettere a), b), c), d), e), g) dm 37/2008) è redatto un progetto. Fatta salva l'osservanza delle normative più rigorose in materia di progettazione, in alcuni casi il progetto è redatto da un professionista iscritto negli albi professionali secondo la specifica competenza tecnica richiesta mentre, negli altri casi, il progetto è redatto, in alternativa, dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice.

I casi in cui è obbligatorio il progetto redatto da professionista per utenze domestiche sono i seguenti:

- impianti di potenza superiore ai 6 kW
- superficie superiore ai 400 m²
- impianti elettrici realizzati 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
- ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista il pericolo di esplosione o incendio
- impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici con volume superiore a 200 m³.

Il progetto deve essere realizzato a regola d'arte, ovvero deve essere conforme alle norme di settore.

Il progetto elettrico è composto da:

- relazioni descrittive sulla tipologia di impianto e sui materiali
- tavole grafiche
- computi metrici
- misure di prevenzione e sicurezza
- capitolati speciali d'appalto.

Tale documentazione si presenta poi allo sportello unico per l'edilizia comunale ed è necessario per il rilascio del relativo titolo abilitativo (permesso di costruire, SCIA, ecc).

In caso di variazioni in corso d'opera il progettista è tenuto ad integrare la documentazione fornita.

Terminati i lavori **l'impresa installatrice rilascia la dichiarazione di conformità**, realizzata secondo il modello presente negli allegati I e II del dm 37/08 , al committente.

Livelli prestazionali secondo la CEI 64-8



La norma **CEI 64-8** stabilisce una classificazione degli impianti elettrici residenziali, prevedendo tre livelli riferiti alle prestazioni impiantistiche del sistema:

- **Livello 1 - livello base**, prevede:
 - un numero minimo di punti prese e punti luce distribuiti in modo uniforme in base alla metratura o alla tipologia di vano
 - un numero minimo di circuiti
 - almeno due interruttori differenziali.
- **Livello 2 - livello standard**, prevede:
 - un numero maggiore di componenti rispetto al livello precedente
 - l'installazione di un sistema di controllo dei carichi.
- **Livello 3 - livello domotico**: l'impianto deve gestire funzioni più complesse (ad esempio controllo delle temperature, rivelazione incendi, controllo remoto, ecc).

1 Livello Base	Prevede un numero minimo obbligatorio di punti prese e punti luce distribuiti in modo uniforme in base alla metratura o alla tipologia di vano, un numero minimo di circuiti e almeno due interruttori differenziali
2 Livello Standard	Prevede un numero maggiore di componenti rispetto al livello precedente e l'installazione di un sistema di controllo dei carichi
3 Livello Domotico	A beneficio del risparmio energetico l'impianto deve gestire funzioni più complesse come la gestione delle temperature, di rilevazioni incendi, di controllo remoto, etc..

La scelta del livello prestazionale è **stabilita preventivamente dal progettista** o viene **concordata con il committente**.

Non si può scendere in ogni caso sotto il **livello base** (livello 1).

Di seguito proponiamo una tabella di sintesi relativa ai livelli prestazionali in funzione dei metri quadri e alla dotazione minima da garantire. La superficie considerata è quella **calpestable** ed è espressa in m².

		Livello 1			Livello 2			Livello 3		
		Prese	Luci	Presa Tv	Prese	Luci	Presa Tv	Prese	Luci	Presa Tv
Per ogni locale (Camera da letto, soggiorno, studio, etc.)	8 m ² <A≤12 m ²	4[1]	1	1	5	2	1	5	2	1
	12 m ² <A≤20 m ²	5[2]	1		7	2		8	3	
		6[3]	2		8	3		10	4	
	A>20 m ²									
Ingresso		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Angolo cottura		2[1]	-	-	2[1]	1	-	3[2]	1	-
Locale cucina		5[2]	1	1	6[2]	2	1	7[3]	2	1
Lavanderia		3	1	-	4	1	-	4	1	-
Locale bagno o doccia		2	2	-	2	2		2	2	-
Locale servizi (wc)		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Corridoio	L≤5 m	1	1	-	1	1	-	1	1	-
	L>5 m	2	2		2	2		2	2	
Balcone/terrazzo	A≥10 m ²	1	1	-	1	1	-	1	1	-
Ripostiglio	A≥1 m ²	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Cantina/soffitta		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Box auto		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Giardino	A≥10 m ²	1	1	-	1	1	-	1	1	-

Note alla tabella:

- [] in parentesi sono indicati il numero di punti presa che possono spostarsi in un altro locale purché il numero totale di punti presa nell'abitazione resti invariato;
- l'area rappresenta la superficie calpestabile dell'abitazione, si escludono terrazzi, portici, cantine, soffitte e ulteriori pertinenze;
- nelle camere da letto si può prevedere una presa in meno rispetto a quella indicata dalla tabella;
- si escludono i circuiti di alimentazione di apparecchi specifici come le caldaie, lo scaldacqua, condizionatori, ecc.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla norma di riferimento CEI 64-8.

Tabella sui livelli prestazionali

		Livello 1			Livello 2			Livello 3		
										
Per ogni locale (es. camera da letto, soggiorno, studio, ecc)	8 < A ≤ 12	4 [1]	1	-	5	2	-	5	2	-
	12 < A ≤ 20	5 [2]	1	1	7	2	1	8	3	1
	A > 20	6 [3]	2	-	8	3	-	10	4	-
Ingresso		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Angolo Cottura		2(1)	-	-	2(1)	1	-	3(2)	1	-
Locale Cucina		5(2)	1	1	6(2)	2	1	7(3)	2	1
Lavanderia		3	1	-	4	1	-	4	1	-
Locale da bagno o doccia		2	2	-	2	2	-	2	2	-
Locale servizi (WC)		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Corridoio	L ≤ 5 m	1	1	-	1	1	-	1	1	-
	L > 5 m	2	2	-	2	2	-	2	2	-
Balcone/Terrazzo	A ≥ 10	1	1	-	1	1	-	1	1	-
Ripostiglio	A ≥ 1	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Cantina/Soffita		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Box auto		1	1	-	1	1	-	1	1	-
Giardino	A ≥ 10	1	1	-	1	1	-	1	1	-

Livelli prestazionali 64-8

Numero di circuiti da prevedere

Per circuito si intende una porzione dell'impianto dotata dello stesso interruttore magnetotermico o dallo stesso interruttore differenziale.

Di seguito si riporta la tabella con le dotazioni minima di circuiti previsti per i vari livelli.

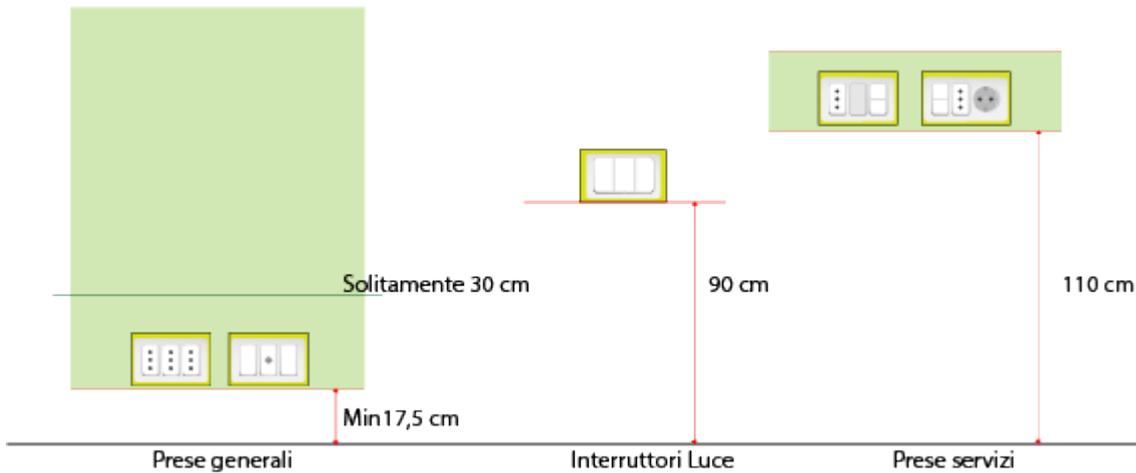
Livello 1		Livello 2		Livello 3	
area (m ²)	numero circuiti	area (m ²)	numero circuiti	area (m ²)	numero circuiti
A≤50	2	A≤50	3	A≤50	3
50<A≤75	3	50<A≤75	3	50<A≤75	4
75<A≤125	4	75<A≤125	5	75<A≤125	5
A>125	5	A>125	6	A>125	7

Criteri generali di posizionamento delle prese

Il progettista deve agevolare l'utilizzo dell'energia elettrica prevedendo un numero ed un posizionamento idoneo dei punti presa, funzione del tipo di vano e delle attività svolte all'interno di ciascuno spazio.

Per "**punto presa**" si intende la scatola frutti predisposta per l'installazione di una o più prese di energia. Dunque i punti presa sono indipendenti dal numero effettivo di prese nel vano.

La quota minima di una presa **dal pavimento** è di **17,5 cm** da terra.



Posizionamento frutti in cucina

Relativamente alla posizione delle prese nel vano cucina, si consiglia quanto segue:

- altezza per le prese del piano cottura, del frigo, del forno, della lavastoviglie: 30 cm dal pavimento
- nel caso in cui il forno è a colonna: tra 80 e 110 cm da terra
- per piccoli elettrodomestici sul piano di lavoro: tra 110-120 cm.

È opportuno inoltre distanziare di **almeno 60 cm le prese dal piano cottura e dal lavello** per evitare la vicinanza alle fonti di calore e agli schizzi d'acqua.

Nel caso di guasto ad un elettrodomestico potrebbe essere necessario interrompere la corrente ad uno solo di essi. Quando non è possibile staccare con facilità la presa di alcuni elettrodomestici, come il forno o il frigorifero, è consigliato installare un interruttore bipolare dal quale si può staccare l'alimentazione dell'elettrodomestico senza dover interrompere l'intera linea.

Per un livello 1- livello base, si consigliano:

- 5 punti presa
- 1 punto luce.

Questi sono solitamente disposti:

- 1 o 2 prese nei pressi della porta
- sopra il piano di lavoro vicino gli elettrodomestici (piano cottura, frigo, lavastoviglie)
- vicino i piccoli elettrodomestici (fornetto, macchinetta del caffè).

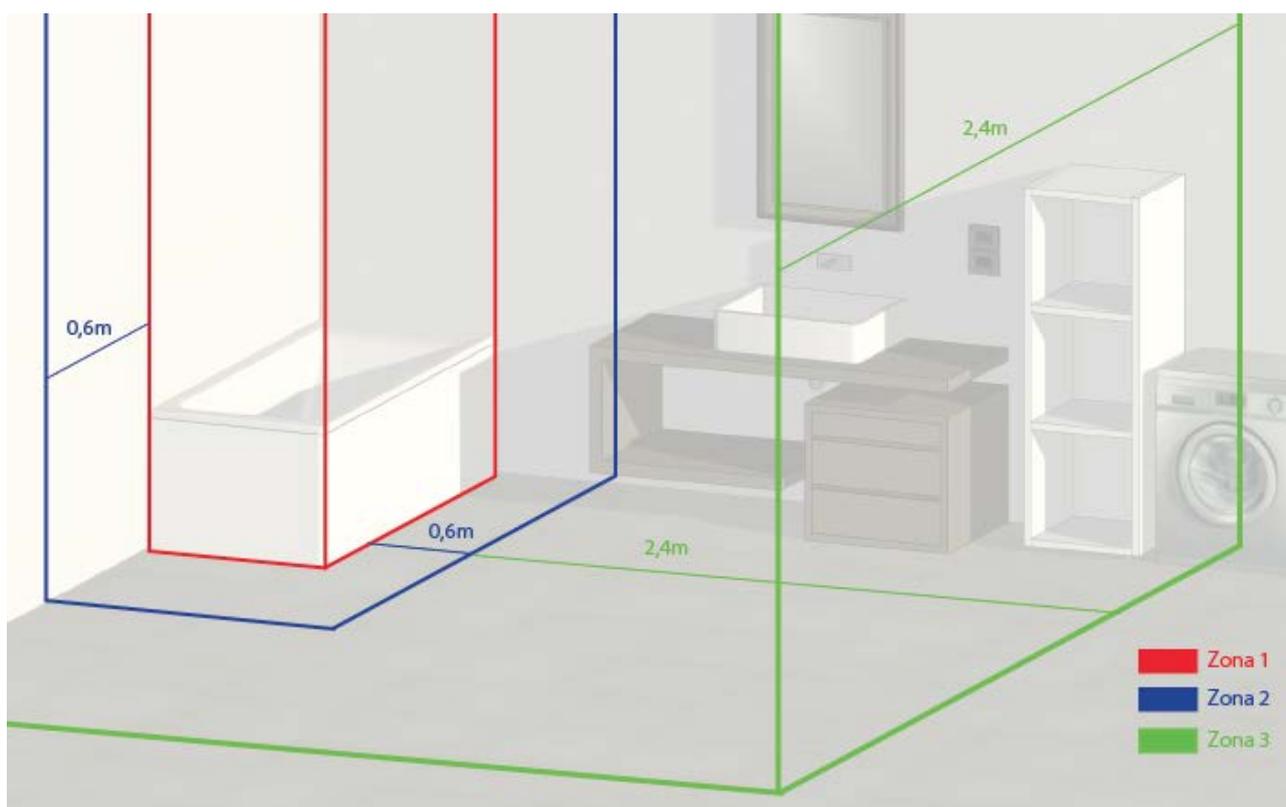


Posizionamento frutti in bagno

Per il bagno la norma individua delle zone particolari.

Nella zona:

- 1 non si può installare alcuna presa
- 2 si possono collocare prese e spine purché siano previsti trasformatori isolati in Classe II. Si tratta di prese che possono alimentare piccoli apparecchi o prese posizionate vicino allo specchio, ma sempre opportunamente distanti dal lavandino o doccia
- 3 è quella nella quale invece abbiamo massima libertà di installazione di prese che devono essere però protette tramite separazione elettrica individuale.



È buona regola prevedere, per un livello 1-livello base:

- 2 punti presa
- 2 punti luce.

Solitamente:

- 1 presa va nei pressi dello specchio
- 1 presa nei pressi della lavatrice (presa schuko).



Posizionamento frutti in soggiorno

Relativamente alla posizione delle prese nel vano soggiorno, si consiglia quanto segue:

- quota presa standard a 30 cm
- quota presa tv: tra i 30 e i 100 cm in funzione della posizione dell'apparecchio
- prevedere prese di rete
- prevedere presa per il telefono.

Per un livello 1- livello base, si consigliano:

- 4 punti presa
- 1 punto luce.

In genere:

- 1 o 2 prese vanno nei pressi della porta d'ingresso
- 1 presa per la tv
- 1 presa diametralmente opposta all'angolo tv per l'attacco di aspirapolvere o altri apparecchi.



- | | | | | | |
|----------|---|----------|---|----------|--|
| 1 |  | 2 |  | 3 |  |
| | interruttore luce | | presa Schuko
con presa bipasso | | prese bipasso |
| 4 |  | 5 |  | 6 |  |
| | presa Schuko
con presa bipasso | | presa tv
con presa bipasso | | presa Schuko
con presa bipasso |

Posizionamento frutti in camera da letto

Per le prese della camera da letto, si consiglia invece quanto segue:

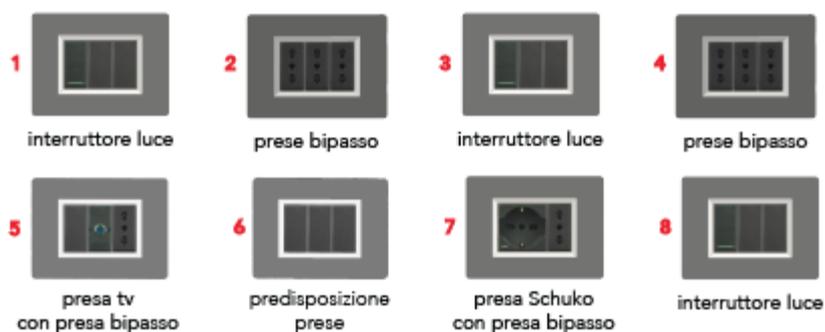
- quota presa standard a 30 cm
- la presa vicino al letto dovrà avere un'altezza di 30 cm dal pavimento e dovrà distare dal bordo del letto di minimo 20 cm.

Per un livello 1- livello base, si consigliano:

- 4 punti presa
- 1 punto luce.

È buona regola prevedere:

- 1 o 2 prese nei pressi della porta
- almeno una presa nei pressi del letto, se la camera è matrimoniale almeno una presa per ogni lato
- nei pressi della scrivania o tavolo
- vicino lo specchio, se presente.



Norme di riferimento per il progetto di un impianto elettrico per civile abitazione

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle relative norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

L'Ente nazionale per il settore elettrico ed elettronico è il **Comitato Elettrotecnico Italiano** (CEI) che, oltre a definire i criteri e i requisiti da verificare, stabilisce il livello di sicurezza degli impianti e i requisiti che devono avere i materiali, le macchine e le apparecchiature.

Si riportano di seguito le principali norme impiegate nel settore elettrico-elettrotecnico per l'ambito residenziale:

- **Dlgs 81/2008** testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro
- **DM 37/08** decreto ministeriale recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- **CEI 64-8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- **CEI-UNEL 35024/1** Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- **CEI-UNEL 35023** Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione
- **CEI 11-25** Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.

Capitolo 2 - Progetto di un impianto elettrico civile: descrizione e progettazione dei componenti elettrici, centralino elettrico, simboli elettrici e schema unifilare

Progetto di un impianto elettrico civile

La distribuzione dell'energia elettrica avviene in:

- alta tensione
- media tensione
- bassa tensione.

Gli impianti elettrici per civile abitazione sono alimentati in bassa tensione. In particolare è possibile avere sistemi monofase e trifase.

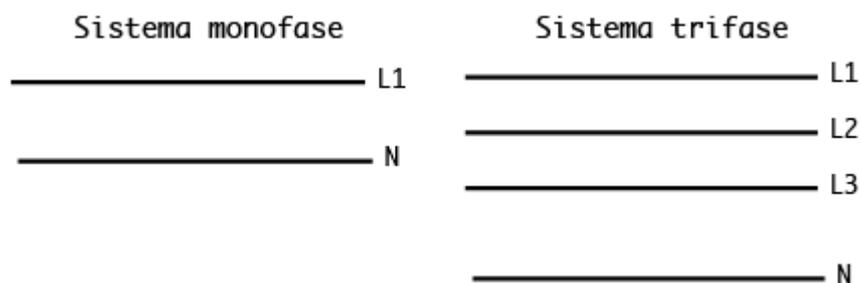
I **circuiti monofase** presentano le seguenti caratteristiche:

- una fase (230 V)
- il neutro
- un cavo per la messa a terra.

I **circuiti trifase** invece:

- 3 fasi (400 V)
- il neutro
- un cavo per la messa a terra.

In genere il sistema trifase si preferisce per potenze superiori ai 6 kW o per particolari condizioni di progetto.



Un aspetto fondamentale da tenere in considerazione è il colore dei cavi elettrici delle linee. Esiste infatti un codice comune per cui il colore dei cavi si stabilisce in base alla loro funzione.

Fase	preferibilmente nero, marrone e grigio	
Neutro	è obbligatorio utilizzare cavi di colore blu chiaro	
Protezione	è obbligatorio utilizzare cavi giallo-verde	

Tipologia di impianto elettrico

Ogni linea di distribuzione dell'energia elettrica è alimentata dall'ente erogatore in una cabina di trasformazione.

Il cavo di neutro si può collegare o meno a terra, mentre gli elementi all'interno dell'abitazione possono collegarsi al cavo di neutro o al sistema di messa a terra. In base a queste configurazioni si identificano i vari **sistemi di alimentazione**:

- **TT**
- **TN**
- **IT.**

La prima lettera fornisce informazioni sulla posizione del **cavo di neutro lato distribuzione**:

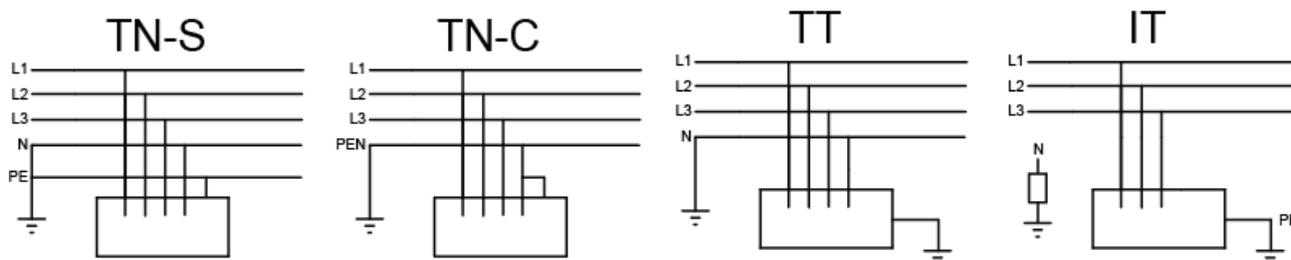
- **T**, il cavo neutro è collegato a terra
- **I**, il cavo neutro è isolato da terra.

La seconda lettera definisce come sono collegate le **masse degli utilizzatori**:

- **T**, le masse sono collegate a terra
- **N**, le masse sono collegate al neutro.

Dunque, nel sistema:

- **TN**: il neutro è collegato direttamente a terra. IN particolare è possibile avere le seguenti configurazioni:
 - **TN-S**: il neutro e il cavo PE sono separati
 - **TN-C**: le masse sono collegate al neutro mediante PE
- **TT**: il neutro è collegato direttamente a terra e gli elementi utilizzatori sono connessi tramite il cavo PE a terra
- **IT**: il neutro è isolato oppure collegato a terra tramite un'impedenza mentre le masse vengono connesse a terra.



I sistemi di distribuzione più utilizzati nel caso residenziale sono i **sistemi TT e TN**.

Criteria generali sul dimensionamento di un impianto elettrico per civile abitazione

Il progetto dell'impianto elettrico di una civile abitazione parte dalla conoscenza del **numero** e del **tipo di utenze** da impiegare e della loro **posizione** nella struttura.

Si passa poi allo studio delle singole **linee e al calcolo della corrente di impiego I_B** secondo le norme CEI.

I_B rappresenta l'intensità di corrente che la linea è destinata a trasportare per soddisfare il fabbisogno elettrico dell'impianto.

In funzione di:

- vano
- livello prestazionale prescelto

si valutano i carichi specifici (frigorifero, lavatrice, ecc.), si stabilisce il numero delle prese, degli interruttori e dei punti luce utili da posizionare.

Corrente di impiego

La **corrente di impiego** è il valore della corrente che può fluire in un circuito nel servizio ordinario.

Il valore efficace della **corrente di impiego**, per i circuiti terminali, può essere calcolato con la seguente formula:

$$I_B = (K_u P) / (k V_n \cos \varphi)$$

- K_u è il coefficiente di utilizzazione moltiplicativo della potenza nominale di ciascun carico e assume valori compresi tra [0,1]
- P è la potenza totale dei carichi [Watt]
- k è uguale a:
 - 1 per i circuiti monofase
 - $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- V_n è il valore efficace della tensione nominale del sistema [V]
- φ è il fattore di potenza.

Se il circuito di distribuzione alimenta più circuiti derivati non tutti terminali, la corrente di impiego può calcolarsi con la seguente formula:

$$I_B = K_c (I_{1d,1} + \dots + I_{1d,n})$$

Con:

- K_c è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati
- $I_{1d,1}$ è il fasore della corrente del j-mo circuito derivato.

Dimensionamento del cavo

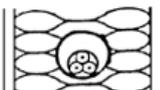
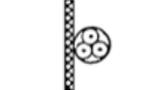
La **Norma CEI 64-8** stabilisce che il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, è quel valore di corrente per cui il cavo non raggiunge valori di temperatura indesiderata.

La portata di un cavo I_z dipende:

- dalla capacità di tollerare certe temperature
- dalla resistività
- dalla sezione del cavo
- dal tipo di posa come indicato nelle norme CEI-UNEL 35024-1.

La portata del cavo I_z deve essere sempre **maggiore** della corrente di impiego I_b .

Il dimensionamento del cavo dipende anche dal tipo di posa.

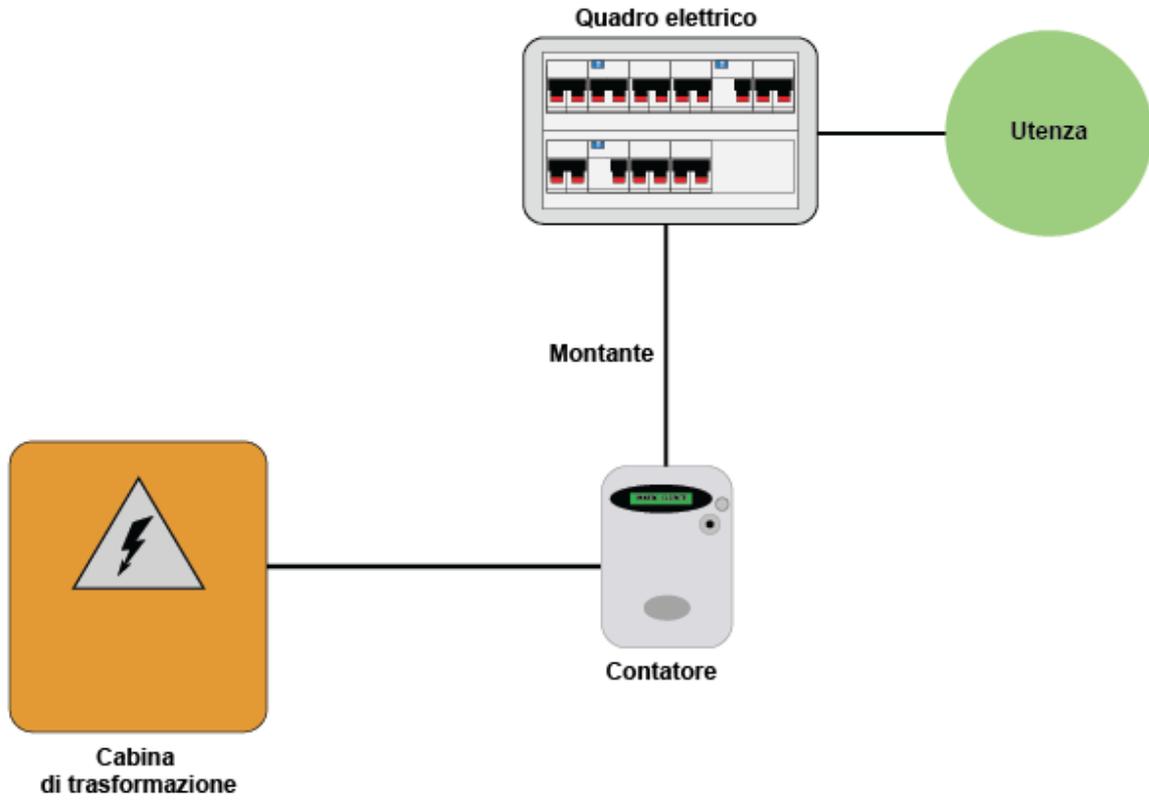
Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa Rif. Appendice A (4)	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	(1) Portata (A)																
				Sezione (mm ²)																
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
 Cavo in tubo incassato in parete isolante	2-51-73-74	PVC (2)	2 3	- -	14 13	18,5 17,5	25 23	32 29	43 39	57 52	<u>75</u> 68	92 83	110 99	139 125	167 150	192 172	219 196	248 223	291 261	334 298
		EPR (3)	2 3	- -	18,5 16,5	25 22	33 30	42 38	57 51	76 68	99 89	121 109	145 130	183 164	220 197	253 227	290 259	329 295	386 346	442 396
 Cavo in tubo in aria	3A-4A-21-22A-5A-21A-25-33A-31-34A-43-32	PVC (2)	2 3	13,5 12	16,5 15	23 20	30 27	38 34	52 46	69 62	90 80	111 99	133 118	168 149	201 179	232 206	258 225	294 255	344 297	394 339
		EPR (3)	2 3	17 15	22 19,5	30 26	40 35	51 44	69 60	91 80	119 105	146 128	175 154	221 194	265 233	305 268	334 300	384 340	459 398	532 455
 Cavo in aria libera, distanziato dalla parete/soffitto o su passerella	13-14-15-16-17	PVC (2)	2 3	15 13,6	22 18,5	30 25	40 34	51 43	70 60	94 80	119 101	148 126	180 153	232 196	282 238	328 276	379 319	434 364	514 430	593 497
		EPR (3)	2 3	19 17	26 23	36 32	49 42	63 54	86 75	115 100	149 127	185 158	225 192	289 246	352 298	410 346	473 399	542 456	641 538	741 621
 Cavo in aria libera, fissato alla parete/soffitto	11-11A-52-53	PVC (2)	2 3	15 13,5	19,5 17,5	27 24	36 32	46 41	63 57	85 76	112 96	138 119	168 144	213 184	258 223	299 259	344 299	392 341	461 403	530 464
		EPR (3)	2 3	19 17	24 22	33 30	45 40	58 52	80 71	107 96	138 119	171 147	209 179	269 229	328 278	382 322	441 371	506 424	599 500	693 576

Dimensionamento del montante

Il **montante** è il condotto che collega contatore a centralino elettrico (quadro elettrico).

Il montante deve avere una **sezione minima di 6 mm²**.

Nel dimensionare il montante bisogna valutare sia la potenza dell'impianto che le cadute di tensione possibili. È buona norma sovradimensionare leggermente la sezione di questo elemento per poter facilitare futuri incrementi di potenza.



Caduta di tensione

La caduta di tensione di un cavo si calcola dal suo punto di alimentazione fino ai terminali ed è pari proprio alla differenza di tensione calcolata nei due punti considerati.

Può calcolarsi con la seguente formula (CEI-UNEL 35023):

$$\Delta V_c = k (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I_b$$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n [V]$$

dove:

- ΔV_c = caduta di tensione del cavo [V]
- $k = 2$ per circuiti monofase, $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- R è la resistenza specifica del cavo [Ω/m]
- X è la reattanza specifica del cavo [Ω/m]
- L è la lunghezza del cavo [m]
- I_b è la corrente di impiego [A]
- V_n = tensione nominale [V]

Per un corretto funzionamento delle apparecchiature, la norma CEI 64-8 raccomanda che la **caduta di tensione massima** sia contenuta **entro il 4%** della tensione di alimentazione.

Dimensionamento del conduttore di neutro

"Il conduttore di neutro partecipa alla distribuzione dell'energia elettrica mettendo a disposizione una tensione diversa da quella esistente fra le fasi. In certi casi ed in condizioni specificate le funzioni di conduttore di neutro e di conduttore di protezione possono essere combinate in un solo conduttore, che viene denominato **PEN**." (CEI 64-8)

Nei circuiti **monofase** la sezione del neutro deve avere **almeno la stessa sezione dei conduttori di fase**, qualunque sia la sezione dei conduttori.

Per i circuiti trifase valgono le prescrizioni descritte in tabella.

Sistema Trifase		
Sezione Fase	Materiale	Sezione del neutro
≤16 mm ²	rame	≥ (della fase) 16 mm ²
>16 mm ²	rame	se la corrente massima nel neutro è minore della corrente ammissibile nella sezione ridotta, la sezione del neutro deve essere almeno uguale a 16 mm ² e può essere minore della sezione della fase

Il conduttore di neutro deve essere sempre protetto dalle sovracorrenti (sovraccarichi elettrici e cortocircuiti) secondo le prescrizioni contenute nell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8.

Se la sezione del conduttore di neutro:

- è uguale a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti o un dispositivo di interruzione sul conduttore
- è minore di quella della fase, bisogna invece garantire l'interruzione dei conduttori di fase ma non necessariamente di quello neutro.

Non è necessario rilevare le sovracorrenti sul neutro se questo è protetto dai cortocircuiti o se la massima corrente che lo può attraversare è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

Dimensionamento del conduttore di protezione

Il conduttore di protezione PE serve per proteggere dai contatti indiretti i seguenti elementi:

- masse
- masse estranee
- collettore o nodo di terra
- dispersore
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Le sezioni minime dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori in tabella.

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio S_F [mm ²]	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$	$S_{PE} = 16$
$35 < S_F$	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme

S_F = Sezione dei conduttori di fase

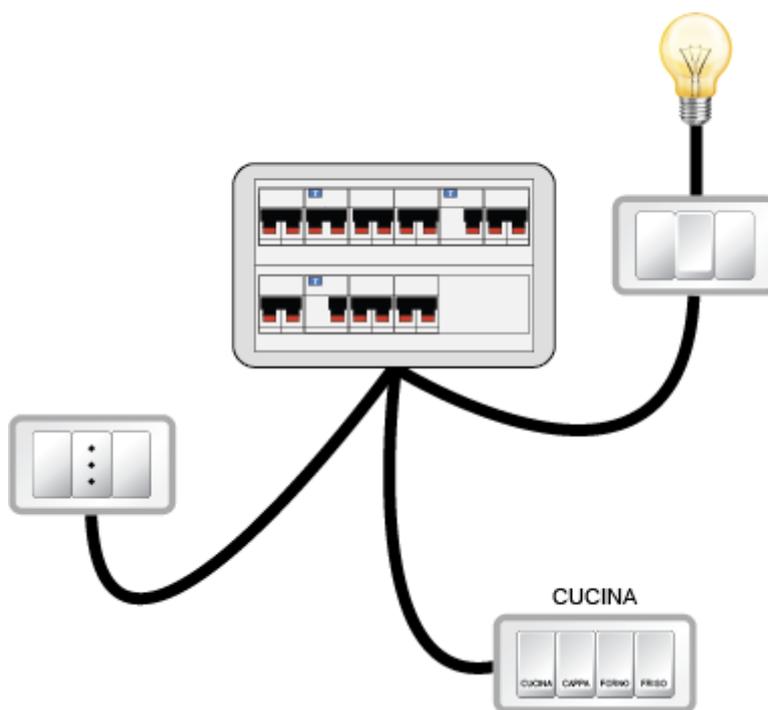
S_{PE} = Sezione dei conduttori di protezione

Centralino elettrico

Stabilita la potenza da impiegare per l'impianto elettrico, si progetta il centralino elettrico (quadro elettrico). Oltre ad essere il punto di comando dell'impianto, il quadro generale è progettato anche per contenere i vari elementi di protezione (interruttori magnetotermici, interruttori differenziali).

Il centralino si collega tramite le varie linee:

- alle prese
- alle luci
- agli interruttori
- alle apparecchiature terminali.

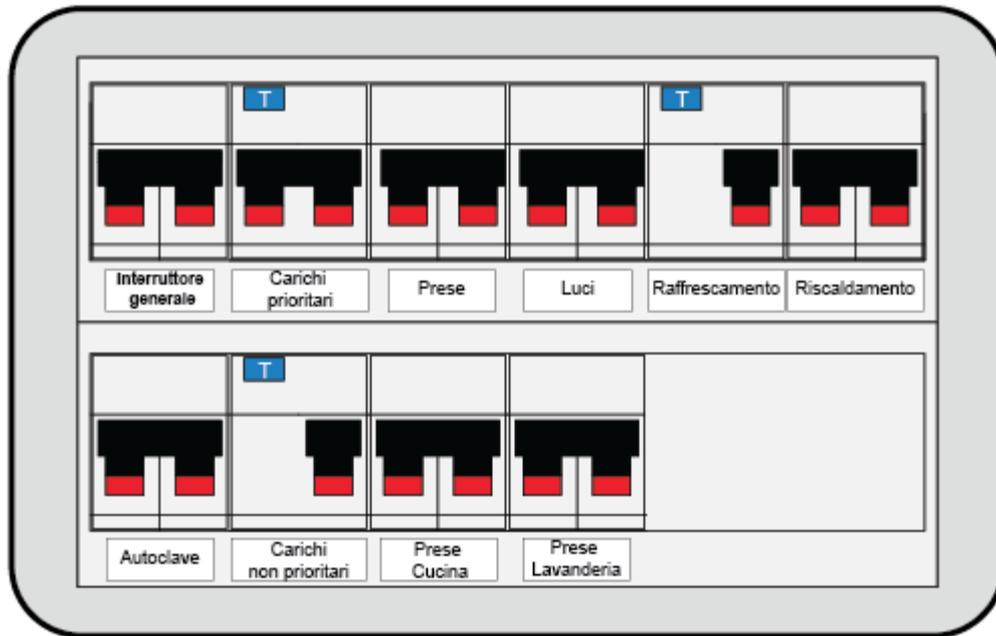


La norma CEI 64-8 stabilisce la necessità di prevedere:

- un numero di moduli di riserva liberi, almeno il 15% e in ogni caso almeno due moduli liberi per far fronte a futuri ampliamenti
- un interruttore generale chiaramente individuabile
- almeno due interruttori differenziali
- un numero minimo di circuiti, in funzione del livello prestazionale
- una morsettiera di terra.

L'interruttore generale consente di mettere in tensione tutto l'impianto e deve essere quindi chiaramente individuabile ed accessibile a tutti gli utenti. Può essere un interruttore magnetotermico, un differenziale o, in alcuni casi, anche un interruttore magnetotermico-differenziale.

Un altro aspetto fondamentale è l'identificazione dei circuiti del quadro. Ogni linea deve essere chiaramente definita con un'etichetta, così in caso di problemi diventa semplice individuare ed intervenire sulla linea interessata.



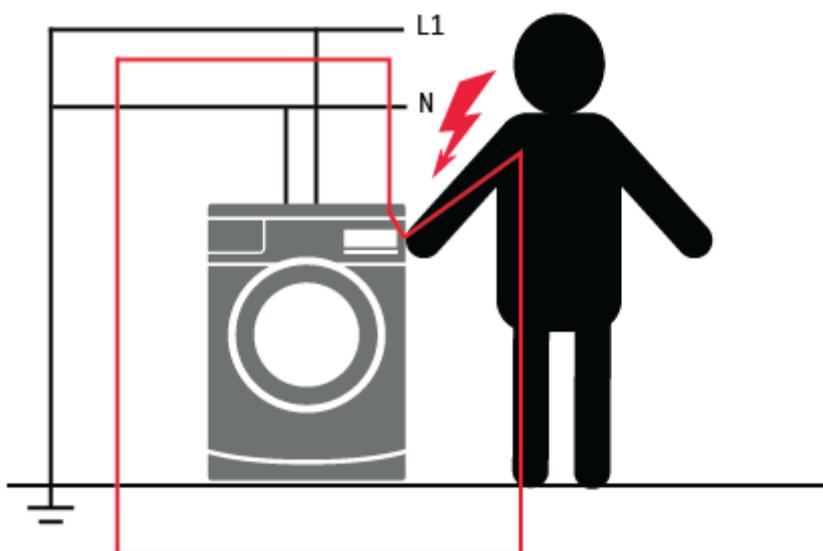
Interruttori differenziali (salvavita)

Un interruttore differenziale (comunemente chiamato anche *salvavita*, in seguito alla registrazione del marchio da parte di BTicino nel 1965) è un dispositivo di sicurezza in grado di interrompere il flusso di energia elettrica in caso di guasto verso terra (dispersione elettrica) o folgorazione fase-terra.

L'interruttore differenziale fornisce una protezione anche verso lo *shock* elettrico, sia diretto sia indiretto, sulle persone a rischio. Non offre invece alcuna protezione contro sovraccarico o cortocircuito tra fase e fase o tra fase e neutro.

È detto differenziale, perché basa il suo funzionamento sulla rilevazione dell'eventuale differenza di correnti elettriche rilevata in ingresso e in uscita al sistema elettrico in caso di dispersione: se nell'impianto la somma vettoriale delle correnti è diversa da zero (ovvero è presente una dispersione), l'interruttore differenziale interrompe l'alimentazione elettrica delle linee immediatamente a valle.

Un centralino correttamente progettato deve prevedere **almeno due interruttori differenziali**. In caso di guasto un solo differenziale posto a monte dell'impianto toglierebbe l'alimentazione a tutta l'abitazione.



Sovracorrenti

Ogni corrente che supera il valore nominale, ovvero la portata del cavo, si definisce **sovracorrente**.

Tra i fenomeni di sovracorrente si annoverano:

- fenomeni di **sovraccarico**
- fenomeni di **cortocircuito**.

Mentre il sovraccarico si verifica in tempi lunghi per la presenza eccessiva di carichi elettrici, il cortocircuito si presenta in tempi brevissimi in caso di contatto fra fase e neutro.

Per proteggere l'impianto elettrico dai fenomeni di sovraccarico, la norma prevede l'installazione degli elementi di protezione. L'elemento predisposto a questa funzione è l'**interruttore termico**.

La norma CEI 64-8 sez. 4 prevede il rispetto delle seguenti condizioni:

- $I_B \leq I_n \leq I_z$
- $I_f \leq 1.45 I_z$

La corrente di impiego I_B deve essere sempre minore della corrente nominale I_n (o portata del dispositivo di protezione) a sua volta minore della corrente I_z sopportabile dal cavo in regime permanente.

I_f invece è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.



Per la **protezione** dalle correnti di **cortocircuito**, il dispositivo di protezione deve essere in grado di interrompere la corrente di cortocircuito prima che questa inneschi l'incendio e comprometta l'integrità dei cavi conduttori. La corrente di cortocircuito massima deve essere minore del potere di interruzione dell'apparecchiatura di protezione.

Il dispositivo che si utilizza in genere per questo tipo di protezione è l'interruttore magnetico.



Ad oggi la tipologia di elemento più utilizzata per le sovracorrenti è l'interruttore **magnetotermico**, costituito da un interruttore magnetico ed uno termico.

Simboli di un impianto elettrico civile

Il documento grafico di un impianto elettrico per civile abitazione è uno schema che:

- illustra la composizione dell'impianto
- descrive la funzione di ogni componente
- descrive l'ubicazione dei componenti all'interno degli edifici.

È molto importante avere un codice unico di simboli da utilizzare all'interno del disegno di un progetto. Un codice univoco rende accessibile la lettura della documentazione a tutti i tecnici che lavorano alla progettazione.

I principali simboli utilizzati in ambito civile sono suddivisi in diverse categorie:

- comandi 1
- comandi 2
- prese di energia e TV
- prese telefono ed EDP
- rivelazione e regolazione
- segnalazione
- sistema antintrusione
- controllo accessi
- diffusione sonora
- varie: apparecchi di illuminazione
- apparecchi generici: centralini, quadri, scatole da incasso e da parete.

Possiamo ulteriormente distinguere i simboli tra:

- **segni grafici per schemi**, utilizzati nella rappresentazione grafica del quadro elettrico (schema unifilare)
- **segni grafici per disegni**, utilizzati all'interno dello schema della pianta del progetto.

Riportiamo in una tabella i simboli CEI principalmente utilizzati per il disegno e la progettazione di impianti elettrici civili.

Segni grafici per disegni per impianti elettrici civili

	interruttore	L'interruttore è un dispositivo in grado di consentire o meno il passaggio della corrente elettrica. Viene interrotta solo l'alimentazione della fase del circuito.
	interruttore bipolare	L'interruttore bipolare interrompe l'alimentazione sia della fase che del neutro del circuito.
	pulsante	Il pulsante ha la stessa funzione dell'interruttore ma è provvisto di una molla che lo riporta alla posizione di partenza. Viene utilizzato soprattutto negli impianti con il Relè.
	deviatore unipolare	Il deviatore elettrico ha funzione simile all'interruttore ma consente l'accensione dei dispositivi da minimo 2 punti differenti.
	invertitore	L'invertitore presenta quattro contatti e viene utilizzato quando si deve accendere/spegnere una o più luce da più punti diversi.
	presa	Collega le apparecchiature esterne al circuito elettrico. È la più utilizzata per il collegamento di elettrodomestici, televisioni, computer, etc.
	presa 2P+T 10 A	
	presa 2P+T 16 A	
	presa Schuko	Collega apparecchiature esterne al circuito elettrico con spina anch'essa Schuko, definita come CEE 7/4.
	lampada	Apparecchiatura utilizzata per l'illuminazione degli ambienti.
	lampada a parete	Apparecchiatura utilizzata per l'illuminazione degli ambienti, installata a parete.
	presa antenna TV	Consente il collegamento dell'antenna con il collegamento del televisore.
	presa telefonica	Consente il collegamento al cavo per il collegamento del telefono di casa.
	relè	Consente di aprire o chiudere un circuito.
	quadro elettrico	
	dispersore di terra	
	pozzetto	

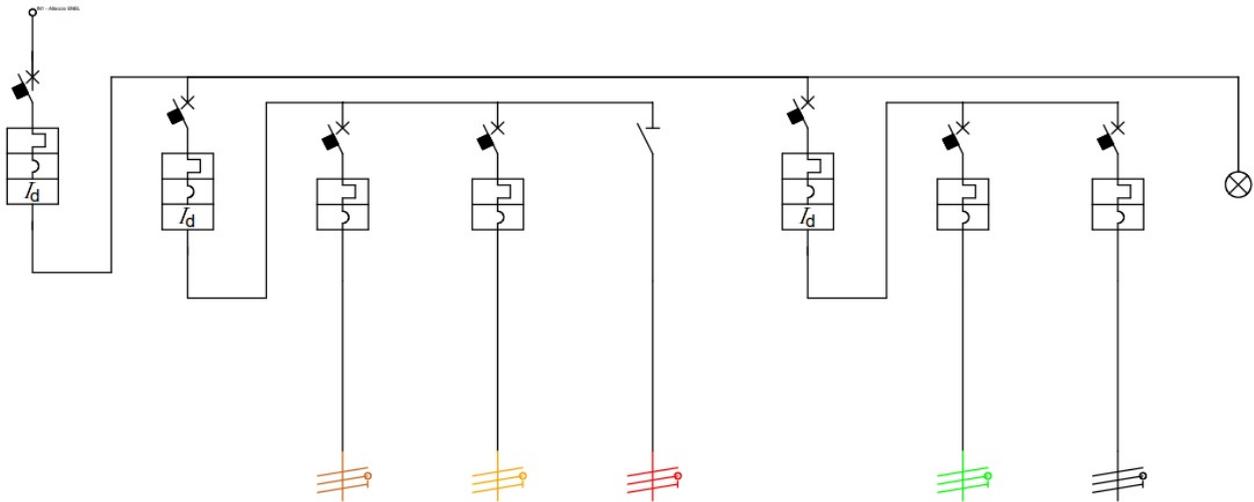
Segni grafici per schemi per impianti elettrici civili

	magnetotermico differenziale	È un dispositivo di sicurezza che, in caso di guasto verso terra, interrompe il flusso elettrico di energia in un circuito elettrico.
	differenziale puro	
	automatico magnetotermico	
	contatto NA	Indica il comando Normalmente Aperto
	contatto NC	Indica il comando Normalmente Chiuso
	dispersione di terra	

Schema unifilare

Lo schema unifilare consente di realizzare un sistema complesso con uno schema chiaro ed esplicativo. Con lo schema unifilare si collegano tutti gli elementi elettrici tramite una semplice linea che rappresenta il percorso conduttore fra le parti. Lo stesso tratto può rappresentare quindi anche più fili conduttori.

Per realizzare questo schema si utilizzano i segni grafici per schemi che si connettono fra loro tramite le linee che rappresentano i cavi conduttori.



Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra serve a disperdere le correnti tramite il terreno. Una corretta esecuzione dell'impianto di messa a terra è fondamentale per rendere sicuro il sistema impiantistico.

L'impianto di messa a terra è costituito da:

- dispersori
- conduttore di terra e protezione
- conduttori equipotenziali
- collettore di terra.

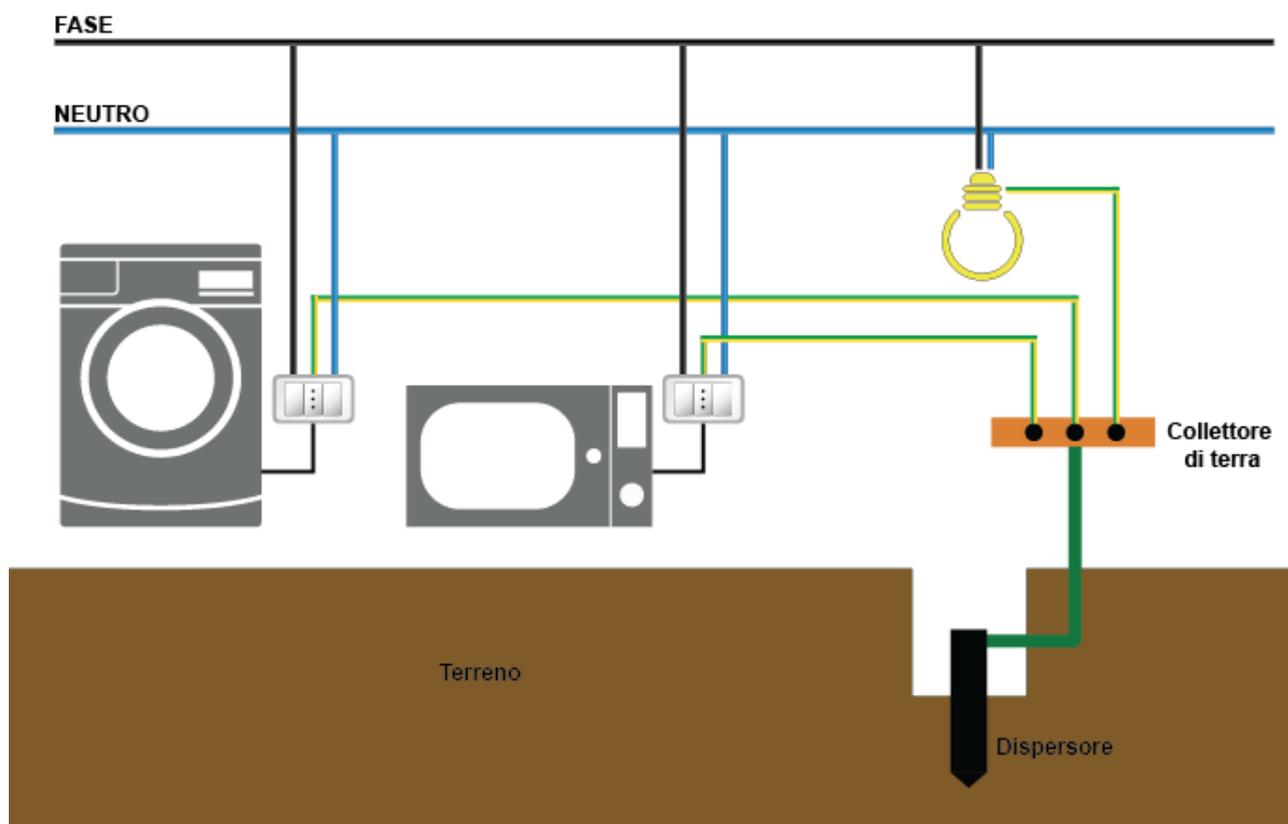
Il **dispersore** è un corpo metallico con dimensioni, geometria e materiale adatto a realizzare il collegamento elettrico con la terra. I dispersori si dispongono nel terreno (vegetale e umido preferibilmente) lontani fra loro, dagli scarichi e ad una profondità di 0,5/0,8 m. I dispersori possono posizionarsi durante le opere di scavo o, come spesso accade, con i picchetti in un secondo momento.

Il **conduttore di terra** invece è il cavo che collega il nodo di terra (o collettore di terra) ai vari dispersori nel terreno.

Il **conduttore equipotenziale** collega le varie masse e le masse estranee al medesimo potenziale. La sua sezione si stabilisce con la norma CEI 64-8.

Il **collettore di terra** invece serve per collegare al dispersore:

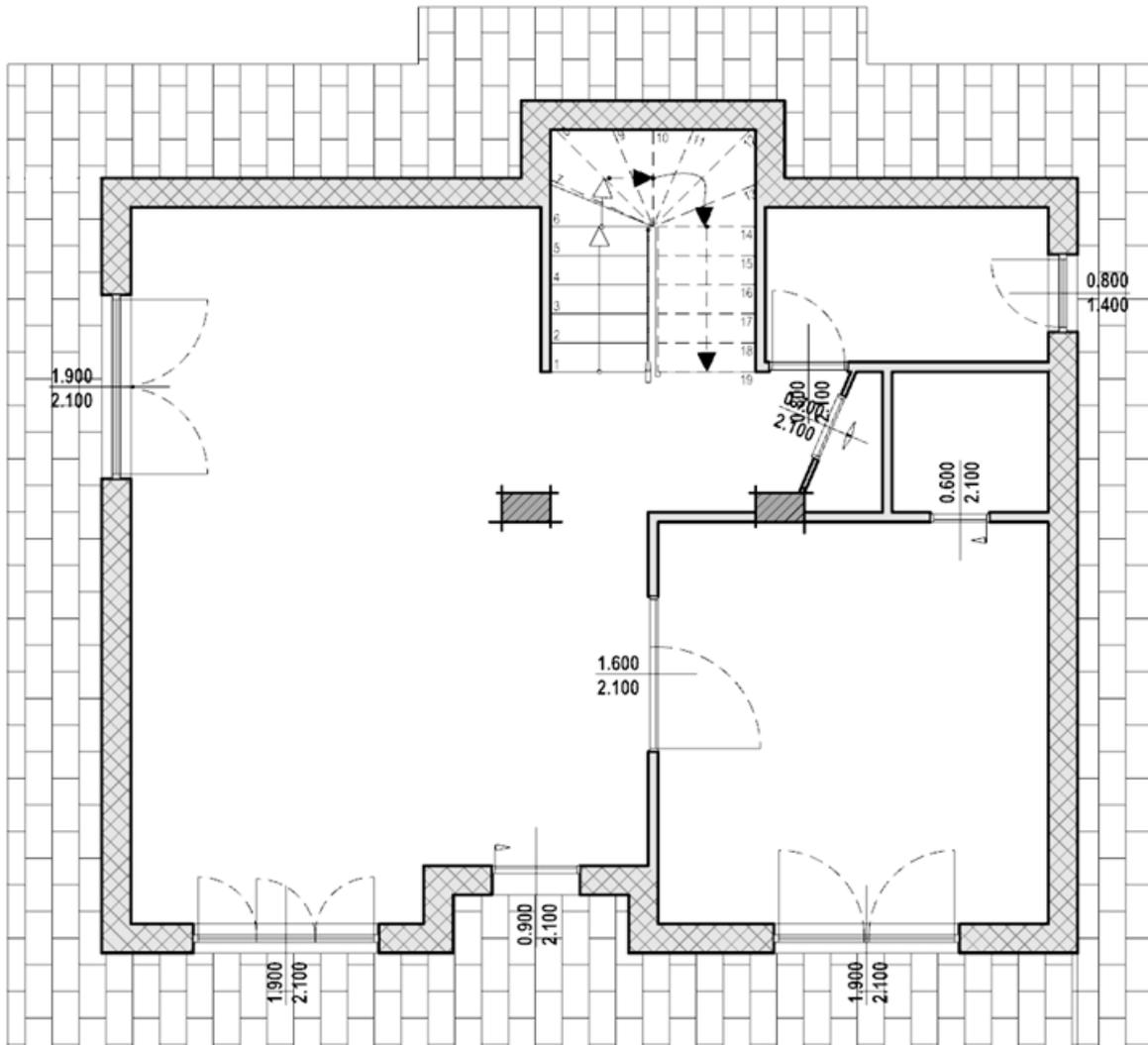
- i conduttori di protezione
- i conduttori equipotenziali e di terra.

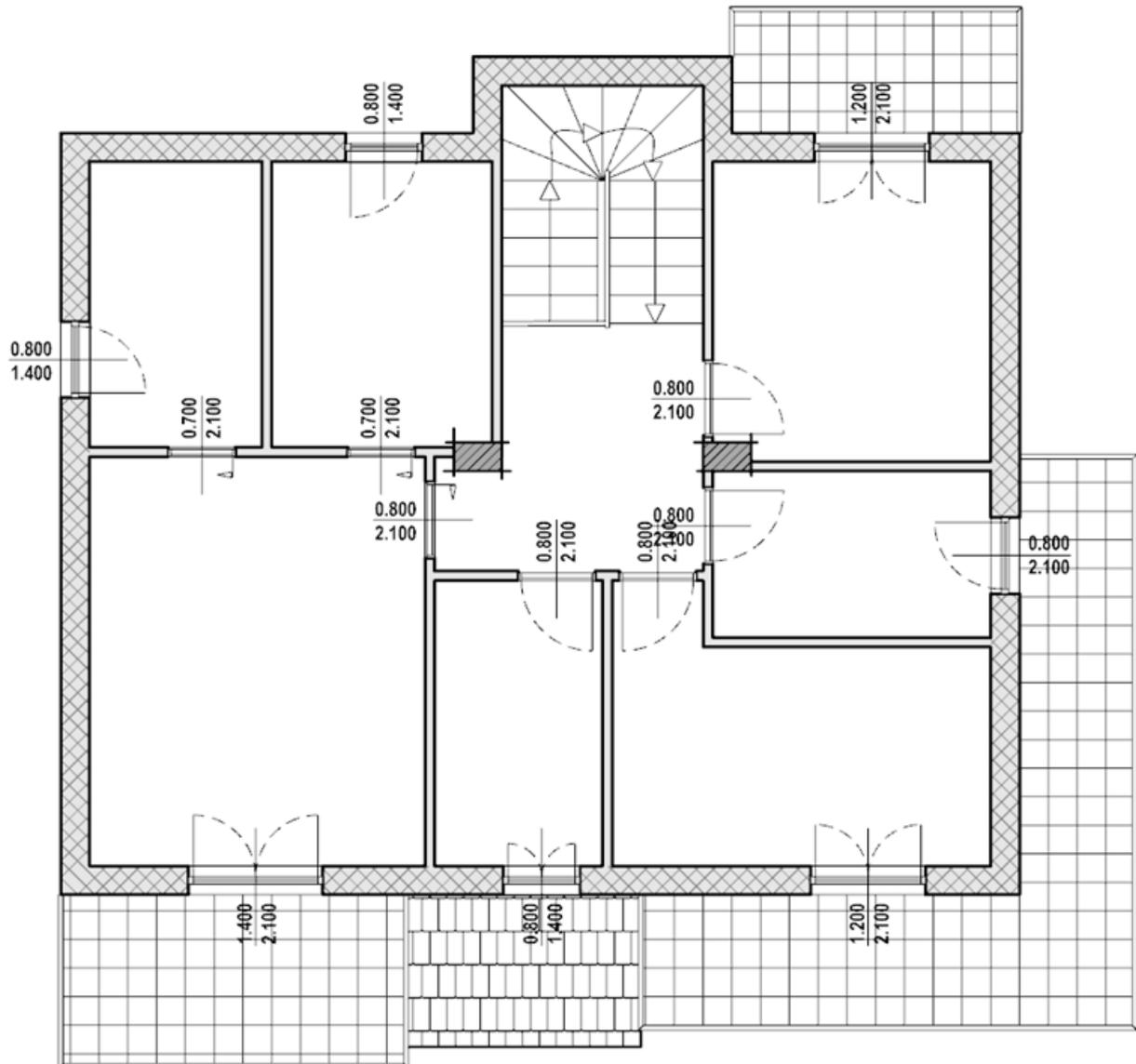


Capitolo 3 - Esempio pratico sul dimensionamento di un impianto elettrico civile

Procediamo al calcolo dell'impianto elettrico per una villa unifamiliare a due piani.

Si prendano ad esempio le seguenti planimetrie, rispettivamente del piano terra e per il piano primo.







L'esempio riportato presenta una superficie lorda di:

- 81 m² per il piano terra
- 82.2 m² per il piano primo.

Come richiamato nella prima parte della guida, la potenza di impiego/di progetto per superfici superiori ai 75 m² è di 6 kW, anche se la potenza contrattuale può essere inferiore.

Ipotizziamo un impianto elettrico tipico della maggior parte degli edifici per civile abitazione:

- in **bassa tensione**
- con sistema di distribuzione **TT**
- **monofase.**

Prestazioni

Supponiamo che progettista e committente si accordino per raggiungere un livello prestazionale di base - livello 1.

Nel rispetto della norma, per ogni ambiente si predispongono le seguenti dotazioni:

Stanza	Area	Punti presa	Punti luce	Presa radio/tv
Camera da letto 1	15.0 m ²	4	1	1
Camera da letto 2	9.8 m ²	3	1	1
Camera da letto 3	9.0 m ²	3	1	1
Bagno	5.3 m ²	1	2	0
Lavanderia	5.1 m ²	3	1	0
Cabina Armadio	6.9 m ²	1	1	0
Bagno	5.4 m ²	1	2	0
Soggiorno	44.8 m ²	4	4	1
Bagno	4.6 m ²	1	2	0
Cucina	16.6 m ²	5	2	1
Dispensa	2.3 m ²	1	1	0
Disimpegno	6.2 m ²	1	1	0

Suddivisione delle linee

La prima considerazione progettuale riguarda la suddivisione delle linee elettriche.

In funzione dell'architettura e di considerazioni puramente progettuali, le linee sono così suddivise:

- prese zona giorno
- luci zona giorno
- prese zona notte
- luci zona notte
- prese lavanderia
- prese cucina
- climatizzazione.

Nello specifico si decide di utilizzare un sistema di gestione dei carichi, ovvero di suddividere i carichi in:

- **prioritari**
- **non prioritari.**

Progettista e committente si accordano per definire cosa posizionare sotto entrambe le linee.

Nel presente esempio la scelta è la seguente:

- carichi prioritari:
 - prese zona giorno
 - prese zona notte
 - luci zona giorno
 - luci zona notte
- carichi non prioritari:
 - prese lavanderia
 - prese cucina
 - climatizzazione.

In caso di sovraccarico si spegneranno tutte le linee a valle dei carichi non prioritari.

Calcolo corrente di impiego

La corrente di impiego standard delle prese per civile abitazione è di 16 A.

Calcoliamo la corrente di impiego per una pompa di calore invertibile con una potenza, per esempio, di 2 kW.

Facciamo riferimento al valore della corrente di impiego così come definita nell'[articolo precedente](#).

$$I_B = (K_u P) / (k V_n \cos\varphi)$$

Si valutano i seguenti termini:

- $K_u = 1$
- P è la potenza totale dei carichi in [W]
- $k = 1$ poichè il circuito è monofase
- $V_n = 230$ [V]
- $\cos\varphi = 0,9$

Il valore della corrente di impiego per la presa specifica è pari a:

$$I_B = (K_u P) / (k V_n \cos\varphi) = (1 * 2000) / (1 * 230 * 0.9) = \mathbf{9.7 \text{ A}}$$

Dimensionamento dei cavi

Valutata la corrente di impiego per ogni cavo si passa al dimensionamento.

Le variabili di progetto di cui tenere conto sono:

- corrente di impiego
- **posa in opera** del cavo
- tipo di **isolamento** del cavo.

La norma CEI 64-8 nella **tabella 53 C** riporta le possibili tipologie di messa in opera.

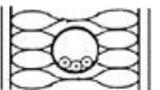
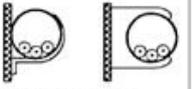
Supponiamo di ricadere nel caso n°5, ovvero la tipologia di **cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura**.

La norma CEI-UNEL 35024 stabilisce la portata dei cavi in base alla sezione scelta e alle variabili progettuali citate sopra.

Supponiamo di voler dimensionare il cavo per una presa da 16 A:

- consultiamo la tabella I della norma CEI-UNEL 35024 per i cavi unipolari senza guaina
- individuiamo la categoria riferita al tipo di posa
- determiniamo il tipo di isolamento
- individuiamo il numero dei condotti caricati, in questo caso 2 poichè il sistema è monofase
- cerchiamo una portata coerente con il valore di corrente di impiego già calcolato.

Per una posa di tipo 5, cavo isolato in PVC, leggiamo una portata di 17,5 A per una sezione di 1,5 mm².
Supponiamo di scegliere questa sezione.

Metodologia tipica di installazione	Altri tipi di posa Rif. Appendice A (4)	Tipo di isolamento	Numero cond. caricati	Portata (A)																			
				Sezione (mm ²)																			
				(5) 1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
 Cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71 73-74	PVC (2)	2 3	- -	14,5 13,5	19,5 18	26 24	34 31	46 42	61 56	80 73	99 89	119 108	151 136	182 164	210 188	240 216	273 245	320 286	-	-	-	-
		EPR (3)	2 3	- -	19 17	26 23	36 31	45 40	61 54	81 73	106 95	131 117	158 141	200 179	241 216	278 249	318 285	362 324	424 380	-	-	-	-
 Cavi in tubo in aria	3-4-5-22 23-24-31-32- 33-34-41-42- 72	PVC (2)	2 3	13,5 12	17,5 15,5	24 21	32 28	41 36	57 50	76 68	101 89	125 110	151 134	192 171	232 207	269 239	309 275	353 314	415 369	-	-	-	-
		EPR (3)	2 3	17 15	23 20	31 28	42 37	54 48	75 66	100 88	133 117	164 144	198 175	253 222	306 269	354 312	402 355	472 417	555 490	-	-	-	-
 Cavi in aria libera in posizione non accessibile	18	PVC (2)	2 3	- -	19,5 15,5	26 21	35 28	46 36	63 57	85 76	112 101	138 125	168 151	213 192	258 232	299 269	344 309	392 353	461 415	-	-	-	-
		EPR (3)	2 3	- -	24 20	33 28	45 37	58 48	80 71	107 96	142 127	175 157	212 190	270 242	327 293	-	-	-	-	-	-	-	-

Continua

Calcolo caduta di tensione

Facciamo riferimento alla formula di calcolo citata precedentemente:

$$\Delta V_c = k (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L \cdot I_b$$

- ΔV_c = caduta di tensione del cavo [V]
- $k = 2$ per circuiti monofase, $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- R è la resistenza specifica del cavo [Ω/m]
- X è la reattanza specifica del cavo [Ω/m]
- L è la lunghezza del cavo [m]
- I_b è la corrente di impiego [A].

Calcoliamo la caduta di tensione di un cavo unipolare in rame isolato in PVC che collega una specifica presa, il più possibile distante dal quadro per poter valutare il massimo valore della caduta di tensione.

Supponiamo di aver già calcolato la sezione di ogni condotto che porta alla presa.

Valutiamo quindi i vari tratti che lo compongono:

- montante
 - lunghezza: 6.92 m
 - sezione: 6 mm²
- secondo tratto
 - lunghezza: 2,1 m
 - sezione: 4 mm²
- terzo tratto:
 - lunghezza: circa 28 m complessivamente
 - sezione: 1.5 mm².

I valori di resistenza e reattanza si ricavano dalla tabella 2 della norma CEI-UNEL 35023.

Computiamo quindi i valori parziali della caduta di tensione.

Per il **primo tratto** i valori di riferimento sono i seguenti:

sezione del cavo (mm ²)	resistenza (Ω/km)	reattanza (Ω/km)	cos ϕ	sin ϕ	lunghezza cavo (m)	corrente di impiego (A)	Caduta di tensione ΔV_c (V)	caduta di tensione (%)
6	3.94	0.119	0.9	0.44	6.92	16.38	0.82	0.35

Se nel calcolo di ΔV_c si utilizza il valore della corrente in Ampere, la lunghezza in metri e si divide per 1000 si ottiene il valore finale in Volt.

$$\Delta V_{c1} = k (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L \cdot I_b \cdot (1/1000) = 2 \cdot (3.94 \cdot 0.9 + 0.119 \cdot 0.44) \cdot 6.92 \cdot 16.38 \cdot (1/1000) = 0.82 \text{ V}$$

In percentuale $\Delta V_c\% = \Delta V_c / V_n$ [V]

Per il **secondo tratto**:

sezione del cavo (mm ²)	resistenza (Ω/km)	reattanza (Ω/km)	cos ϕ	sin ϕ	lunghezza cavo (m)	corrente di impiego (A)	Caduta di tensione ΔV_c (V)	caduta di tensione (%)
-------------------------------------	----------------------------	---------------------------	------------	------------	--------------------	-------------------------	-------------------------------------	------------------------

4	5.92	0.127	0.9	0.44	2.1	16	0.36	0.16
---	------	-------	-----	------	-----	----	------	------

$$\Delta V_{c2} = k (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L \cdot I_b \cdot (1/1000) = 2 \cdot (5.92 \cdot 0.9 + 0.127 \cdot 0.44) \cdot 2.1 \cdot 16 \cdot (1/1000) = 0.36 \text{ V}$$

Per il **terzo tratto**:

sezione del cavo (mm ²)	resistenza (Ω/km)	reattanza (Ω/km)	cosφ	sinφ	lunghezza cavo (m)	corrente impiego (A)	Caduta di tensione ΔVc (V)	caduta di tensione (%)
1.5	15.91	0.145	0.9	0.44	28	16	12.89	5.6

$$\Delta V_{c3} = k (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L \cdot I_b \cdot (1/1000) = 2 \cdot (15.91 \cdot 0.9 + 0.132 \cdot 0.145) \cdot 28 \cdot 16 \cdot (1/1000) = 12.89 \text{ V}$$

Il valore massimo per la caduta di tensione consigliato dalla normativa è pari al 4%.

Sommando le quote parziali della caduta di tensione otteniamo:

$$\Delta V_{ctot}\% = \Delta V_{c1}\% + \Delta V_{c2}\% + \Delta V_{c3}\% = 0.35 + 0.16 + 5.6 = \mathbf{6.12\% \text{ NON VERIFICATO}}$$

Pensiamo dunque di modificare la sezione del terzo tratto, che presenta il più alto valore di caduta di tensione.

La corrente di impiego del cavo risulta pari a 16 A con una sezione di progetto di 1,5 mm².

Torniamo nella tabella di normativa e proviamo ad aumentare la sezione da 1,5 mm² a 2,5 mm². Il valore della portata del cavo arriva ora a 24 A.

Rifacciamo il calcolo per la caduta di tensione.

sezione del cavo (mm ²)	resistenza (Ω/km)	reattanza (Ω/km)	cosφ	sinφ	lunghezza cavo (m)	corrente impiego (A)	Caduta di tensione ΔVc (V)	caduta di tensione (%)
2.5	9.55	0.132	0.9	0.44	28	16	7.75	3.37

$$\Delta V_{c3} = k (R \cdot \cos\phi + X \cdot \sin\phi) \cdot L \cdot I_b \cdot (1/1000) = 2 \cdot (9.55 \cdot 0.9 + 0.132 \cdot 0.44) \cdot 28 \cdot 16 \cdot (1/1000) = 7.75 \text{ V}$$

Sommando le quote parziali della caduta di tensione otterremo circa:

$$\Delta V_{ctot}\% = \Delta V_{c1}\% + \Delta V_{c2}\% + \Delta V_{c3}\% = 0.35 + 0.16 + 3.37 = \mathbf{3.88\%}$$

Il valore di ΔVctot% è ora minore del 4% per cui conforme ai valori consigliati dalla normativa. **VERIFICATO**

Si procede così per ogni cavo.

Ogni condotto viene quindi verificato secondo il **criterio**:

- **termico**: verifica che il valore della portata del cavo sia maggiore della corrente di impiego
- **elettrico**: verifica il valore della caduta di tensione.

Dimensionamento del conduttore di neutro e del cavo di protezione

Nei circuiti monofase la sezione del conduttore di neutro deve, da norma, avere la stessa sezione dei conduttori di fase. Per cui, se il cavo di fase è stato dimensionato con una sezione di 2,5 mm² anche il neutro avrà una sezione di 2.5 mm².



Per dimensionare la sezione del cavo di protezione basta consultare i valori della tabella .

Nel nostro esempio:

- sezione di fase < 16 mm²
- il conduttore di protezione si trova nello stesso tubo del conduttore di fase.

La sezione del cavo di protezione sarà pari a quella del cavo di fase.



Centralino elettrico

Come spiegato in precedenza, per superfici superiori di 75 m², la **potenza di impiego** per il dimensionamento dell'impianto è di **6 kW**.

La potenza contrattuale invece può essere inferiore, in questo caso ipotizziamo di **4,5 kW** poichè supponiamo di progettare un impianto di climatizzazione con pompa di calore invertibile.

Progettiamo lo schema unifilare del quadro in funzione della suddivisione delle linee e della potenza stabilita. Ipotizziamo di aver già dimensionato ogni condotto.

Partiamo dal dimensionare gli apparecchi di protezione per le linee terminali.

Prevediamo un interruttore magnetotermico da 16 A per ogni **linea prese**.

Per le **linee luci** utilizziamo invece un magnetotermico da 10 A.

È fondamentale conoscere bene l'entità dei carichi e il loro utilizzo nella determinazione della potenza dell'impianto. In particolare, il **coefficiente di contemporaneità** ci consente di tener conto della contemporaneità d'utilizzo degli apparecchi domestici, delle prese e delle luci.

"Per fattore di contemporaneità si intende il fattore che, applicato alla somma delle potenze prelevate dai singoli apparecchi utilizzatori, dà la potenza da prendere in considerazione per il dimensionamento dei circuiti" (norma CEI 64-8).

Tale fattore **K_C** può essere minore o uguale ad 1 e viene scelto dal progettista in base all'effettivo utilizzo dell'impianto.

Procediamo al dimensionamento degli altri elementi del centralino.

A monte delle linee dei carichi prioritari sono presenti 4 linee:

- 16 A prese zona giorno
- 16 A prese zona notte
- 10 A luci zona giorno
- 10 A luci zona notte

Se tutte le linee lavorassero contemporaneamente la corrente di impiego sarebbe, in totale, pari a 52 A.

Stabiliamo quindi il coefficiente di contemporaneità di utilizzo delle linee tale per cui non superiamo la potenza contrattuale. In questo caso, se poniamo un coefficiente $K_C = 0.55$ la corrente di impiego della linea è pari circa a 18.2 A, equivalenti ad una potenza di 4.2 kW. **A monte delle linee dei carichi prioritari** posizioniamo allora un interruttore magnetotermico differenziale con una corrente nominale da 25 A, maggiore di 18.2 A. Ciò significa che le linee a valle saranno spente nel momento in cui fra tutti i circuiti passerà una corrente totale maggiore di 25 A.

A monte delle linee dei carichi non prioritari sono presenti 3 linee :

- 16 A prese lavanderia
- 16 A prese cucina
- 10 A climatizzazione tramite pompa di calore.

In questo caso se tutte le linee lavorassero contemporaneamente la corrente di impiego sarebbe pari a 42 A.

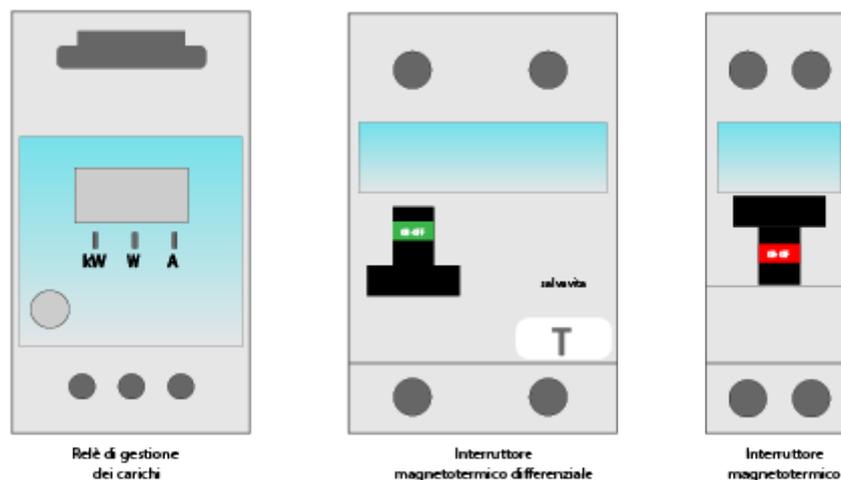
Se poniamo $K_C = 0.45$ la corrente di impiego della linea è pari circa a 18.8 A , corrispondenti a 4,3 kW.

A monte della linea dei carichi non prioritari posizioniamo un altro interruttore magnetotermico differenziale con una corrente nominale da 25 A.

A monte dei carichi prioritari e non invece posizioniamo un gestore dei carichi con un coefficiente $K_C = 0.50$. In questo modo la potenza di impiego di progetto è pari a 18.75 A equivalenti a 4.3 kW di impiego.

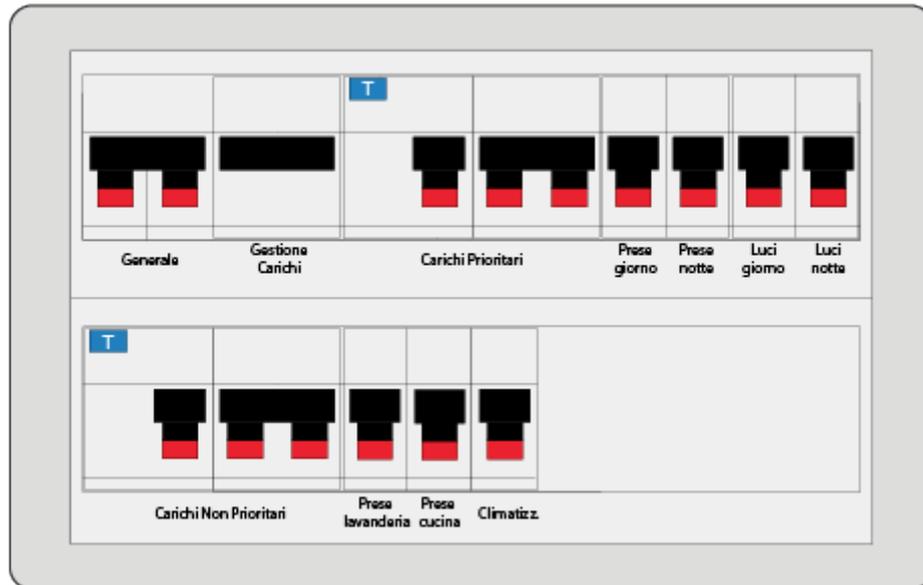
Progettando infine **un interruttore generale** da 32 A l'impianto risulta dimensionato per una potenza di impiego da 7.36 kW.

Sovradimensionare con criterio l'interruttore generale rende possibile eventuali ampliamenti dell'impianto e incrementi della potenza di contratto.



In definitiva, si prevedono:

- un interruttore generale magnetotermico da 32 A.
- un relè di gestione dei carichi
- un interruttore magnetotermico differenziale da 25 A a valle dei carichi prioritari
 - un interruttore magnetotermico da 16 A per la linea delle prese della zona giorno
 - un interruttore magnetotermico da 10A per la linea delle luci della zona giorno
 - un interruttore magnetotermico da 16 A per la linea delle prese della zona notte
 - un interruttore magnetotermico da 10 A per la linea delle luci della zona notte
- un interruttore magnetotermico differenziale da 25 A a valle dei carichi non prioritari:
 - un interruttore magnetotermico da 16 A per la linea delle prese della lavanderia
 - un interruttore magnetotermico da 10 A per la linea delle prese della cucina
 - un interruttore magnetotermico da 10 A per la linea della climatizzazione



Schema unifilare

Elemento di progetto fondamentale per un impianto elettrico è lo schema unifilare, chiaro ed esplicativo della struttura dell'impianto. Date le considerazioni fatte fino ad ora proponiamo lo schema unifilare del progetto.

Elaborati esecutivi

Riportiamo di seguito alcuni dei possibili **disegni esecutivi** dell'impianto elettrico che il progettista deve produrre:

- pianta esecutiva sul posizionamento dell'alimentazione, quadro e cassette di derivazione
- pianta esecutiva sul posizionamento delle luci ed interruttori
- pianta esecutiva sul posizionamento delle prese
- pianta esecutiva sulle condutture.

Un altro elaborato fondamentale è la **relazione tecnica di progetto**.

Una relazione tecnica di progetto deve descrivere:

- dati generali sul committente, il progettista/tecnico e l'edificio
- le norme di progetto di riferimento
- i criteri di progetto
- i metodi di calcolo
- i carichi di progetto
- il dimensionamento di tutti i componenti elettrici
- gli elementi utilizzati nel progetto (cavi, cassette frutti, dispositivi di protezione).

Computo metrico estimativo

In funzione di quanto è stato progettato il tecnico/progettista elabora un computo metrico estimativo per stimare il costo dei materiali di progetto. Si rimanda ai seguenti link per maggiori dettagli sul computo.

Bisogna computare tutte le tipologie di elementi presenti nel progetto e stabilire i relativi costi.

Riportiamo di seguito una tabella sugli elementi utilizzati in questo progetto.

Elemento	Presenti nel progetto
cassetta di derivazione	24
cassetta frutti	41
deviatore	12
interruttore generico	20
pompa di calore	1
presa per antenna TV	5
lampada a LED	14
lampada ad incandescenza	4
lampada a fluorescenza	2
presa da 16 A	43
interuttore magnetotermico (32 A)	1
relè di gestione dei carichi	1
interruttore magnetotermico differenziale (25 A)	2
interruttore magnetotermico (16 A)	4
interruttore magnetotermico (10 A)	3
punto luce	20
quadro da parete	1

Per ciascun elemento moltiplichiamo il suo prezzo per il numero totale di oggetti presenti.

Valutiamo ora la quantità di cavi da computare.

Prendiamo come esempio la linea delle prese della cucina e sommiamo i vari contributi di cavo, si computano i seguenti tratti:

- tratto 1= 3.5 m
- tratto 2= 0.8 m
- tratto 3= 0.8 m
- tratto 4= 5.07 m
- tratto 5= 5.07 m
- tratto 6= 17.37 m

- tratto 7= 1.5 m
- tratto 8= 1.5 m
- tratto 9= 4.89 m
- tratto 10= 4.89 m
- tratto 11= 24.34 m

Totalmente il cavo è lungo circa 68 m. Supponiamo di aver scelto un cavo unipolare PVC (1 x 2,5) NO7V-K.

Per la linea cucina allora, il costo dei cavi è dato dalla lunghezza totale per il prezzo espresso in €/m.

Capitolo 4 - Calcolo di un impianto elettrico con software progettazione

Vediamo ora come progettare un impianto elettrico tramite l'utilizzo di un software di progettazione impianti elettrici.

Il software che utilizziamo è Impiantus - Elettrico.

Impostazioni preliminari sul software progettazione impianti elettrici

Creiamo un nuovo file selezionando "Impianto ELETTRICO".

In "dati generali" inseriamo tutti i dati relativi al committente, al tecnico e all'edificio in esame.

The screenshot shows the software interface for 'Impianto Elettrico Civile Abitazione'. The left sidebar contains a tree view with 'DATI GENERALI' expanded, showing 'Committente', 'Tecnico', and 'Edificio'. The main area displays the 'Committente' form with the following data:

Committente			
Persona	Fisica		
Nome	Mario		
Cognome	Rossi		
Indirizzo	Via del Corso, 13		
Comune	Montella	Provincia	AV
		CAP	83100
Telefono	0827/123450	Fax	0827/123451
E-mail	mario.rossi@esempio.email.it		
Codice Fiscale	RSSMRA79H28A509M	P. IVA	-
Ruolo			
Regione sociale			
Indirizzo			
Comune		Provincia	
		CAP	
Telefono		Fax	
E-mail			
Codice Fiscale		P. IVA	

Impianto Elettrico Civile Abitazione (C:\ACCA) - Impiantus-FUOCO+GAS+ELETRICO+RIVELATORI+IDRAULICO (v. 12.00)

FILE Impianti Archivi Gestione documenti Finestra Servizi ?

Nascondi treeview Aggiungi Impianto ANTINCENDIO Aggiungi Impianto GAS Rimuovi Impianto ELETRICO Aggiungi Impianto IDRALLICO integrazione BIM... Copia per Praticus-37/08

Tecnico

DATI GENERALI
 Committente
 Tecnico
 Edificio
 TAVOLE
 IMPIANTO ELETRICO

Qualifica Ing.
 Nome Claudio
 Cognome Bianchi
 Ragione sociale Studio di progettazione "Impiantus-Elettrico"
 Indirizzo Piazza Libertà, 1
 Comune Avellino Provincia AV CAP 83100
 Telefono 0825/123450 Fax 0825/123450
 E-mail bianchi.claudio@esempio.email.it
 Logo Nessuna Immagine
 Codice Fiscale BNCCLD71H64A509W
 P. IVA 01234567890
 Data di nascita 10/04/1971
 Luogo di nascita Avella
 Albo Ingegneri
 Provincia AV Nr. Iscr. 00001

Licenza:

Impianto Elettrico Civile Abitazione (C:\ACCA) - Impiantus-FUOCO+GAS+ELETRICO+RIVELATORI+IDRAULICO (v. 12.00)

FILE Impianti Archivi Gestione documenti Finestra Servizi ?

Nascondi treeview Aggiungi Impianto ANTINCENDIO Aggiungi Impianto GAS Rimuovi Impianto ELETRICO Aggiungi Impianto IDRALLICO integrazione BIM... Copia per Praticus-37/08

Edificio

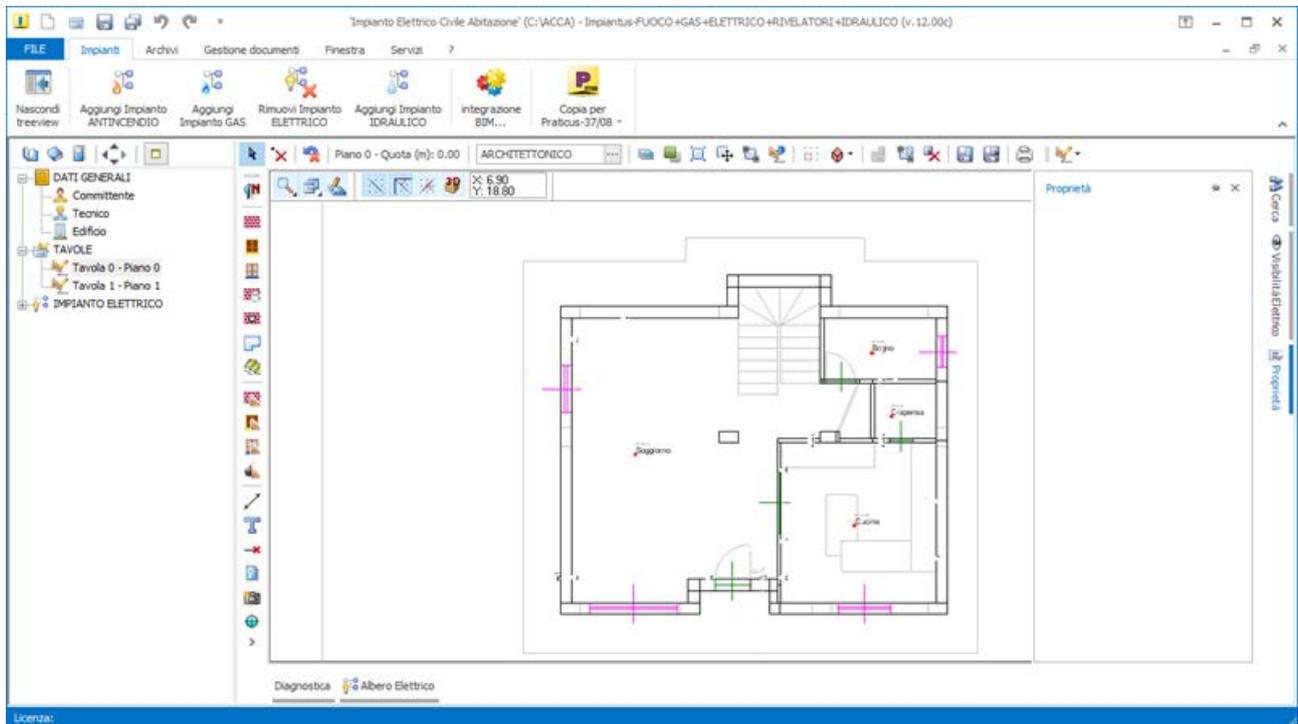
DATI GENERALI
 Committente
 Tecnico
 Edificio
 TAVOLE
 IMPIANTO ELETRICO

Denominazione Focus impianti elettrici
 Descrizione Villa a due piani
 Destinazione d'uso Civile abitazione
 Indirizzo Via dei Mille 9
 Comune Avellino
 Provincia AV CAP 83100
 Zona sismica No Zona soggetta a gelo No

Licenza:

Modellazione architettonico

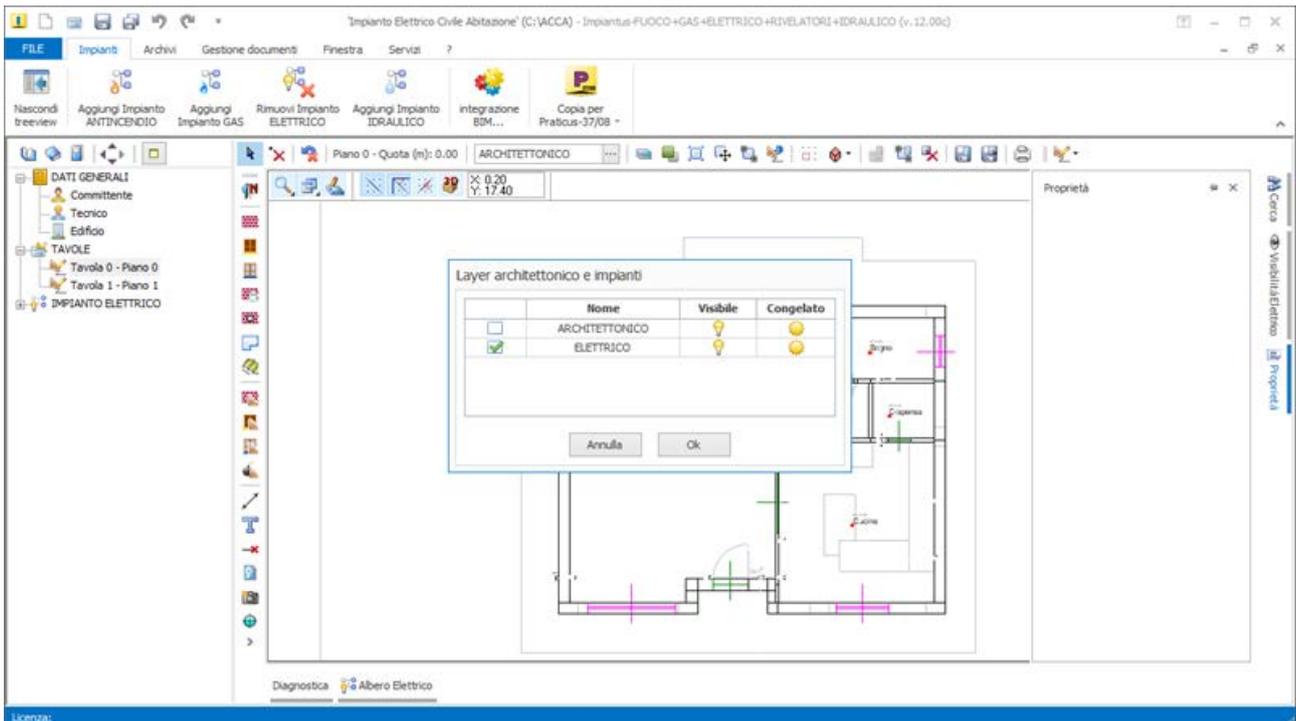
Dalla barra multifunzione entriamo nella voce “tavole”. Selezionando il layer architettonico, è possibile disegnare il modello utilizzando tutte le funzioni a disposizione: muro, finestra, vano, scala, ecc.



In alternativa l'utente può importare il file dxf/dwg o l'immagine raster della planimetria dal menu architettonico. Il programma ci offre la possibilità di generare gli oggetti architettonici tramite il riconoscimento automatico delle entità.

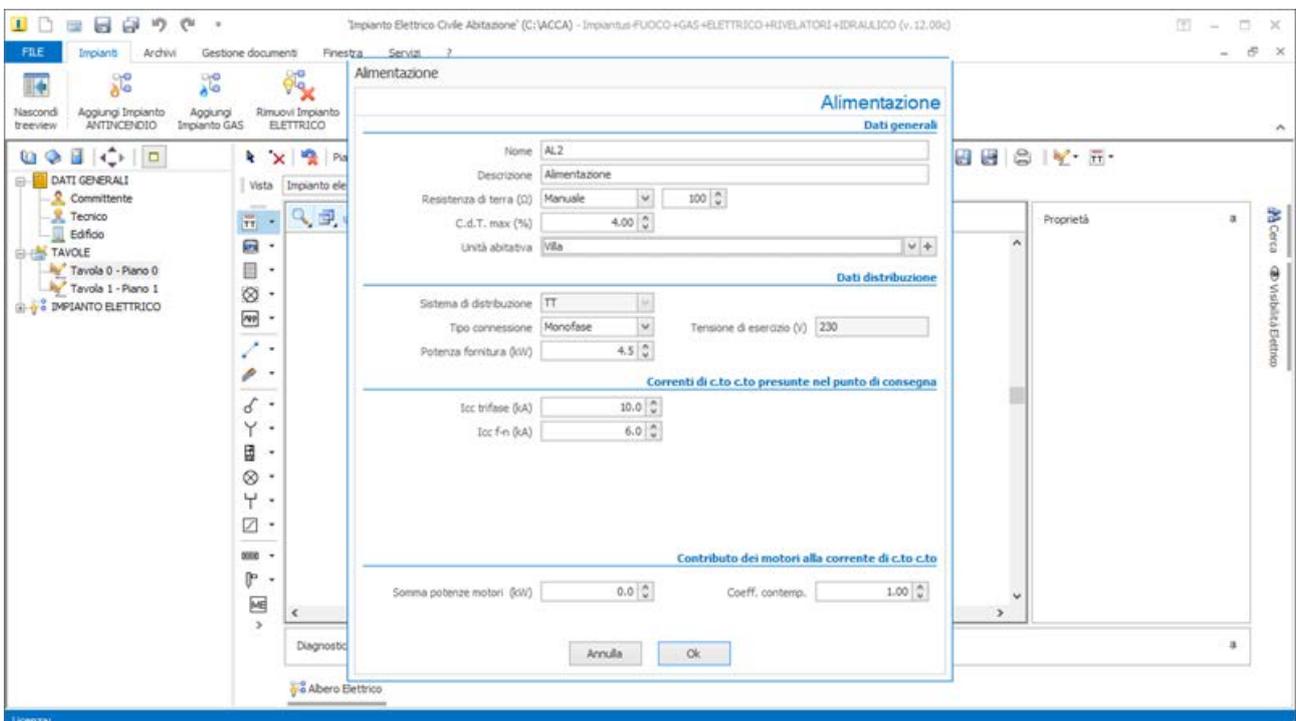
Il programma di progettazione architettonica BIM Edificius consente di modellare l'architettonico e di integrarlo poi con il software di progettazione elettrica. Questo processo semplifica notevolmente la realizzazione del modello.

Terminata la modellazione architettonica passiamo al layer elettrico.

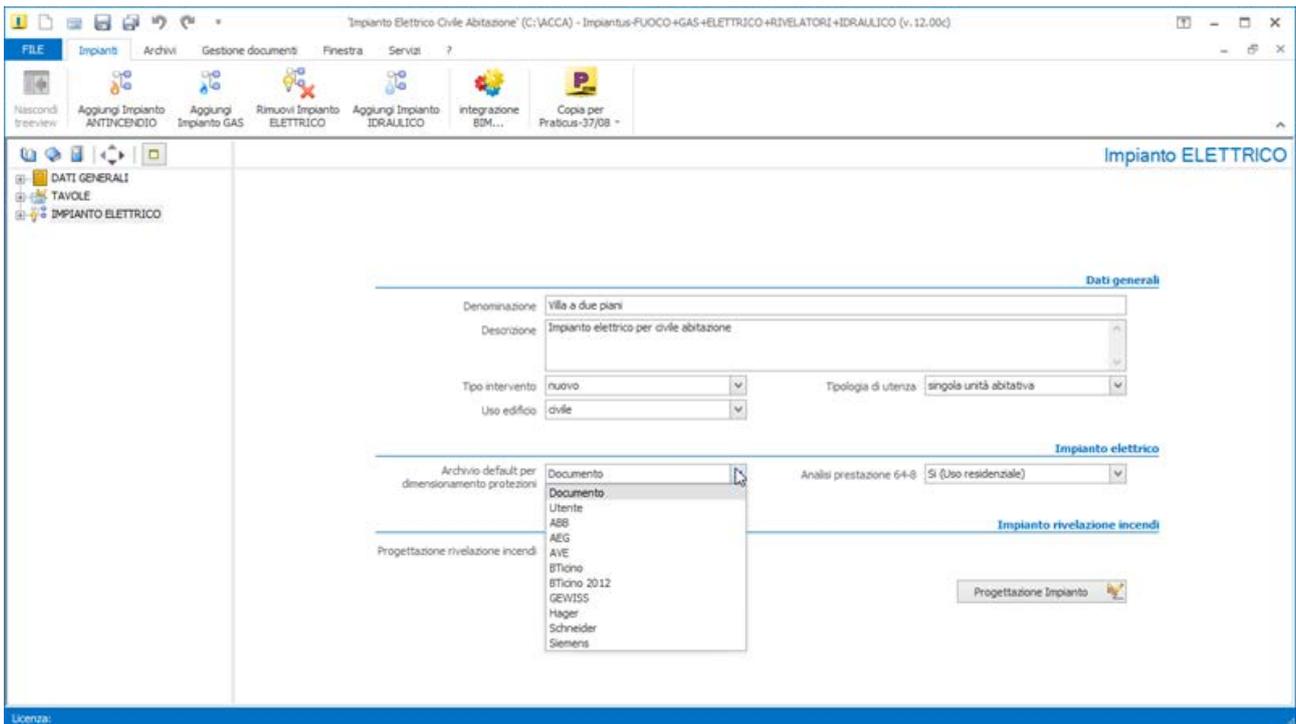


Modellazione impianto elettrico

Inseriamo il sistema di alimentazione, descrivendo i dati utili alla progettazione (sistema di distribuzione, potenza di fornitura, tensione di esercizio).

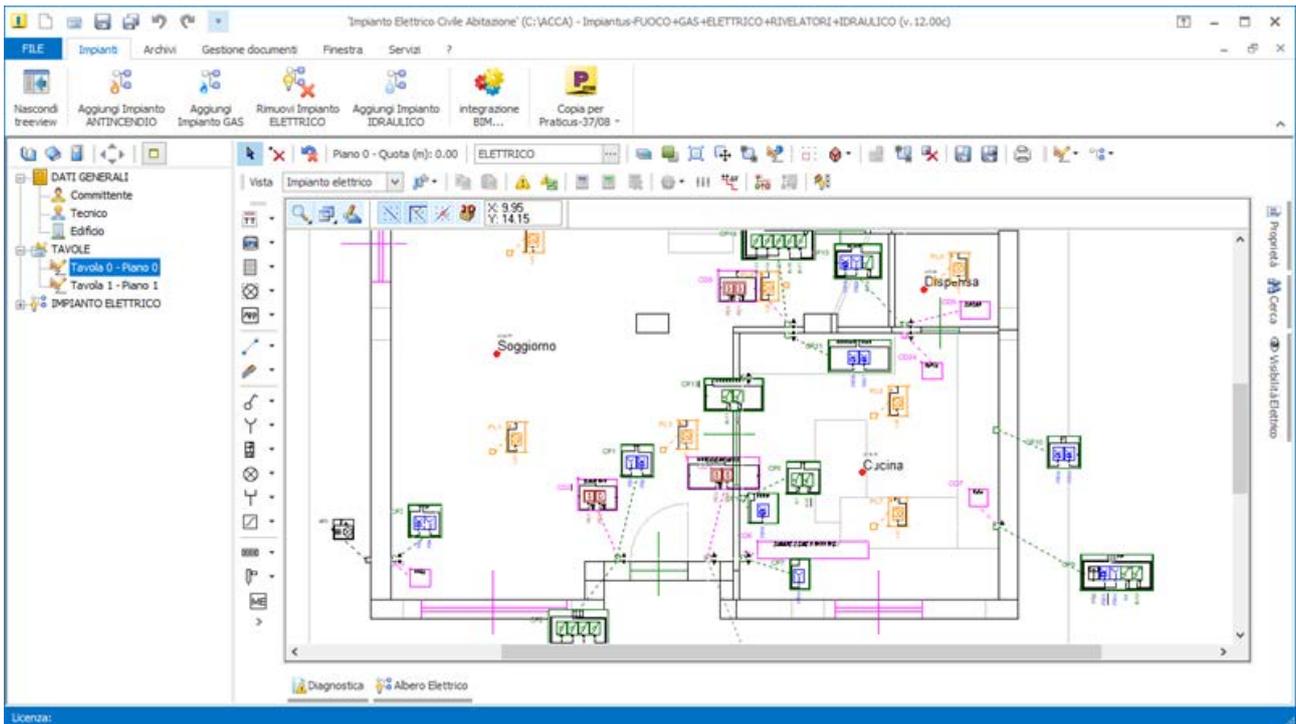


Dal nodo "impianto elettrico" andiamo in "archivio default per dimensionamento protezioni" e scegliamo la casa produttrice che intendiamo utilizzare fra le presenti.



Stabiliamo la posizione di tutti i componenti elettrici selezionandoli dalla barra laterale:

- punto luce
- quadro elettrico
- prese
- carichi elettrici specifici (pompa di calore)
- punti di comando (pulsanti, interruttori, deviatori)
- cassette di derivazione

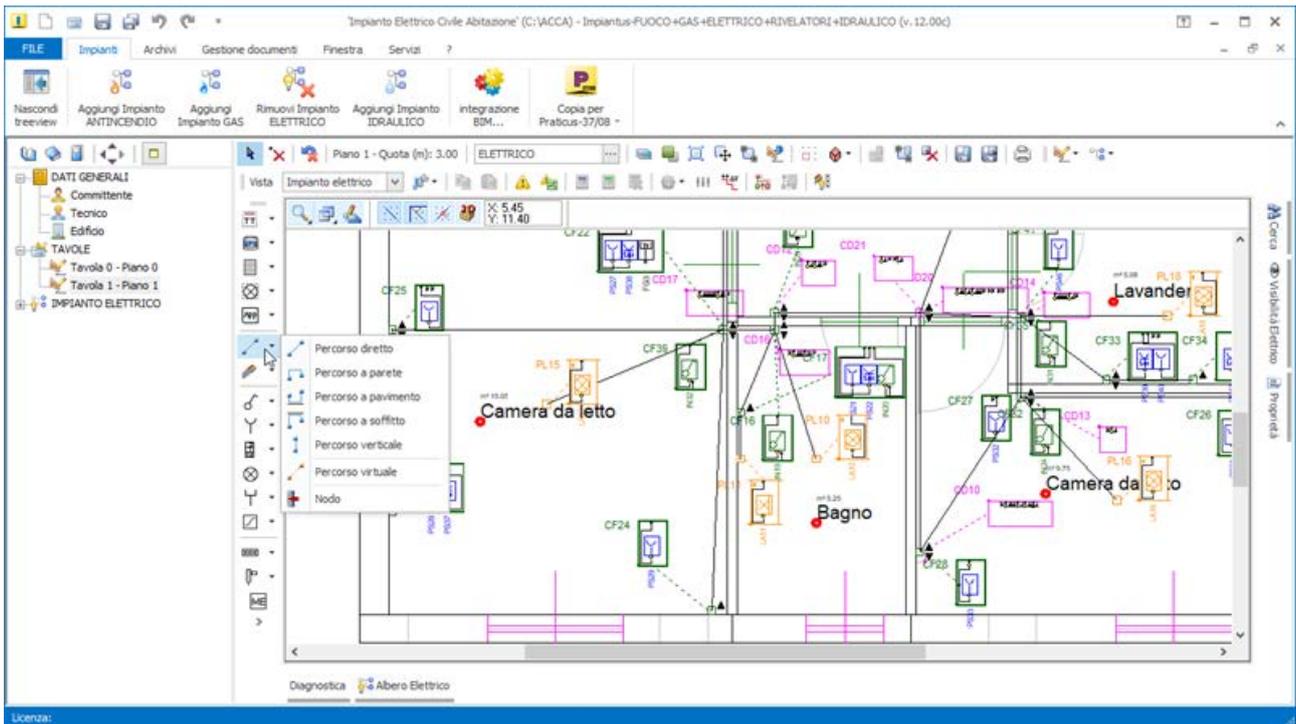


Grazie alla finestra di visibilità elettrica è possibile selezionare gli oggetti visibili o più categorie.

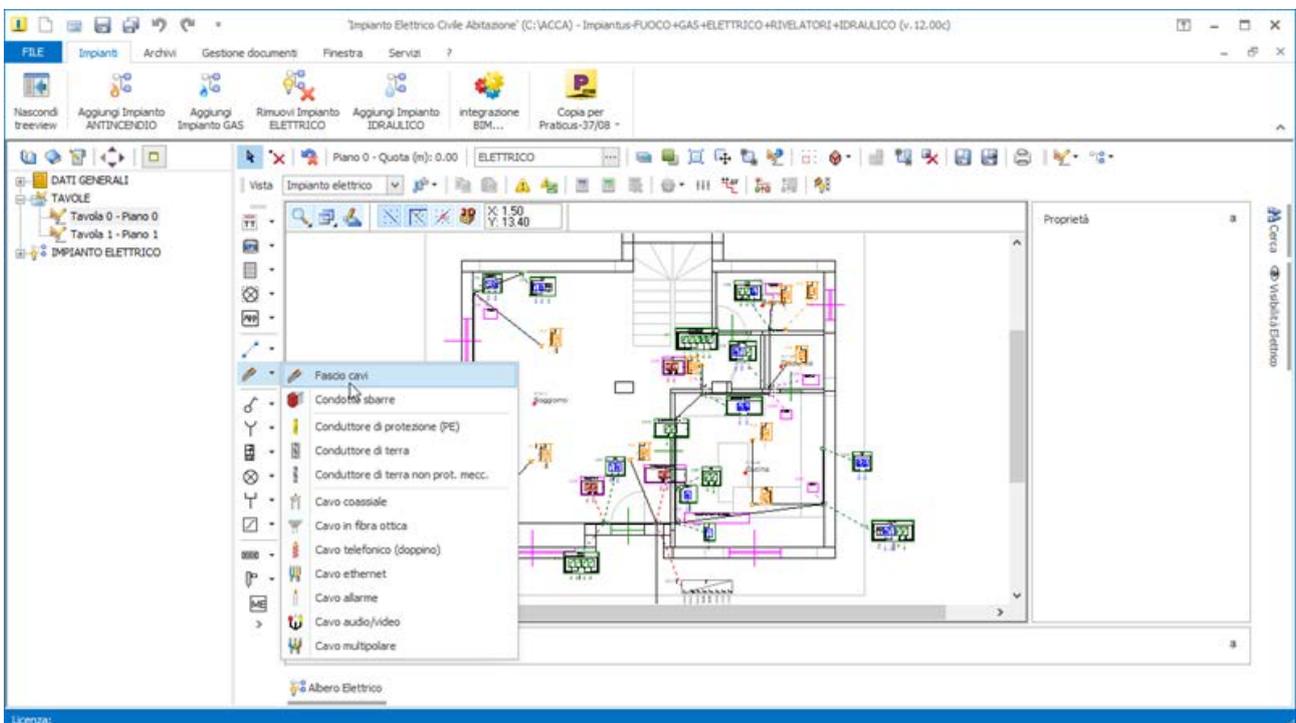
Disegniamo poi i percorsi delle condutture collegando semplicemente con il mouse i vari oggetti elettrici.

Possiamo scegliere fra le varie tipologie di percorso:

- a parete
- diretto
- a soffitto
- virtuale
- a pavimento.



Collegiamo l'alimentazione al quadro elettrico tramite il fascio cavi.



Iniziamo quindi a creare lo schema unifilare del quadro dalla voce "schema unifilare".

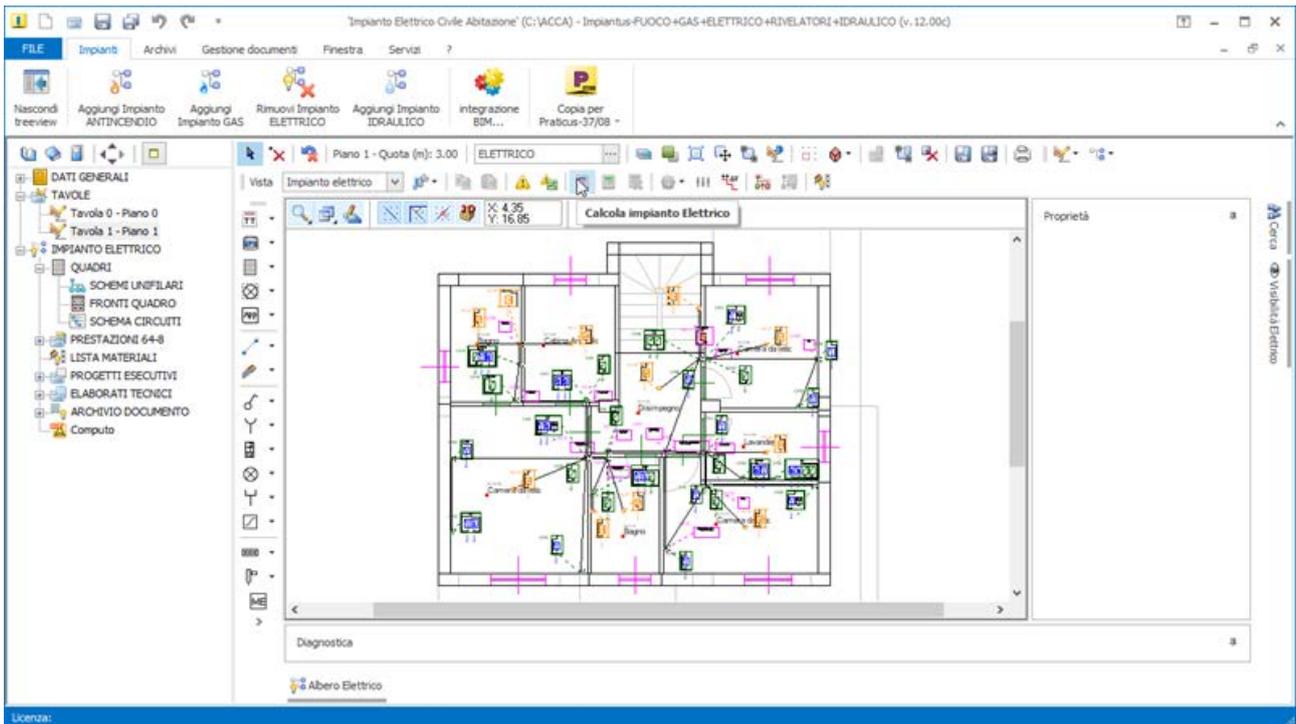
Collegiamo poi tutti gli elementi dell'impianto con i fasci di cavo. Il software è in grado di trovare automaticamente i percorsi fra elementi poiché precedentemente individuati. Se il cerchietto presente nell'oggetto elettrico è giallo allora l'elemento è alimentato elettricamente.

Assegniamo i coefficienti di contemporaneità ai vari circuiti.

Nome	Kc	Kc min	Tipo	Fasi	Pot. (kW)	Ib (A)	Ib valle (...)	N. fasci
Albero elettrico								
AL1	1.00	1.00	Alimentazione	L1N	3.881			1
QU1	1.00	1.00	Quadro	L1N	3.881	18.75	18.75	1
Generale	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	3.881	18.75	18.75	1
Gestione carichi	0.504878	0.504878	Relè gestione carichi	L1N	3.881	18.75	37.14	2
Carichi Prioritari	0.55	0.478613	Interruttore magnetotermico...	L1N	3.806	18.18	33.05	4
Prese Zona Giorno	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	3.312	16.00	16.00	2
CD2	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	3.312	16.00	16.00	5
CD1	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	2.981	14.40	14.40	1
Lud Zona Giorno	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	0.148	0.64	0.64	1
CD1	1.00	0.513514	Cassetta di derivazione	L1N	0.148	0.64	0.64	5
Prese Zona Notte	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	3.312	16.00	16.00	1
CD1	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	3.312	16.00	16.00	1
Lud Zona Notte	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	0.148	0.64	0.64	1
CD6	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	0.148	0.64	0.64	1
Carichi Non Prioritari	0.45	0.384045	Interruttore magnetotermico...	L1N	3.881	18.75	41.67	3
Prese Lavanderia	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	3.312	16.00	16.00	1
CD6	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	3.312	16.00	16.00	1
Prese Cucina	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	3.312	16.00	16.00	1
CD1	1.00	1.00	Cassetta di derivazione	L1N	3.312	16.00	16.00	1
Climatizzazione	1.00	1.00	Interruttore magnetotermico	L1N	2.000	9.66	9.66	1
AP3	1.00	1.00	Apparecchio	L1N	2.000	9.66	9.66	0

Calcolo

Procediamo con il calcolo e la verifica dell'impianto elettrico. Cliccando sul pulsante di calcolo il programma effettuerà automaticamente il dimensionamento di ogni elemento, avvisando l'utente di qualsiasi problematica tramite diagnostica.



Visualizzare i risultati di calcolo è immediato. Cliccando sull'oggetto desiderato compaiono tutti i dettagli di calcolo.

Proprietà ⌵

Proprietà Risultati

Condutture e fasci cavi

+ ✕ ▲ ▼

CO14		
FC32	3(1x2.5) N07V-K	
FC38	3(1x2.5) N07V-K	

Risultati fascio cavi

Fasi	L 1 N
Lunghezza	555
Vn alim. (V)	230
Ib ≤ Iz (A)	16.00 ≤ 24.00
C.d.T. tratto	0.67 %

Fase / Neutro

Sezione	2.5 mm ² 1
Portata Iz	24.00 A
cos φ	0.90
Corrente Ib	16.00 A

PE

Sezione	2.5 mm ² 1
Portata Iz	24.00 A

Proprietà ⌵

Proprietà Risultati

Condutture e fasci cavi

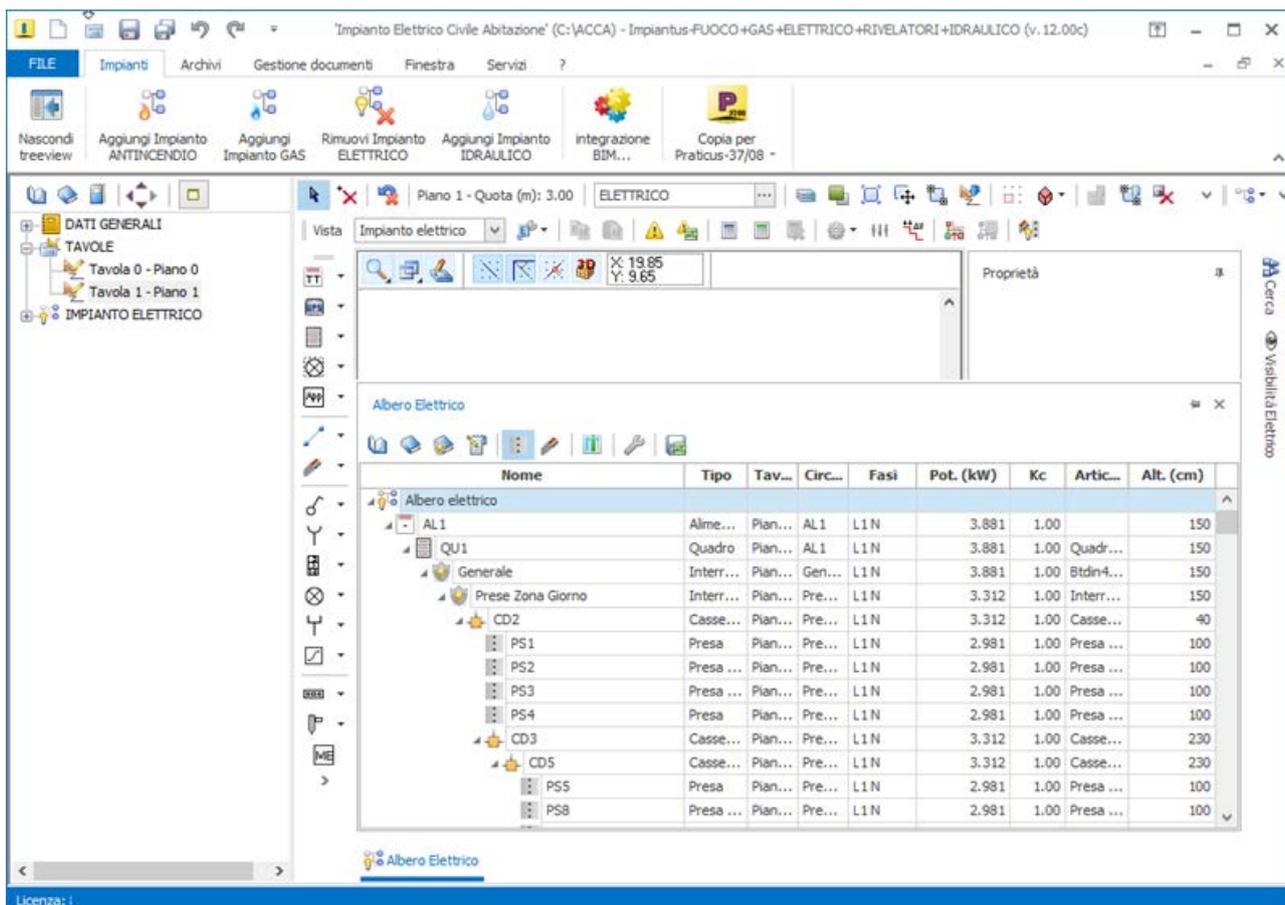
+ ✕ ▲ ▼

CO14		
FC32	3(1x2.5) N07V-K	
FC38	3(1x2.5) N07V-K	

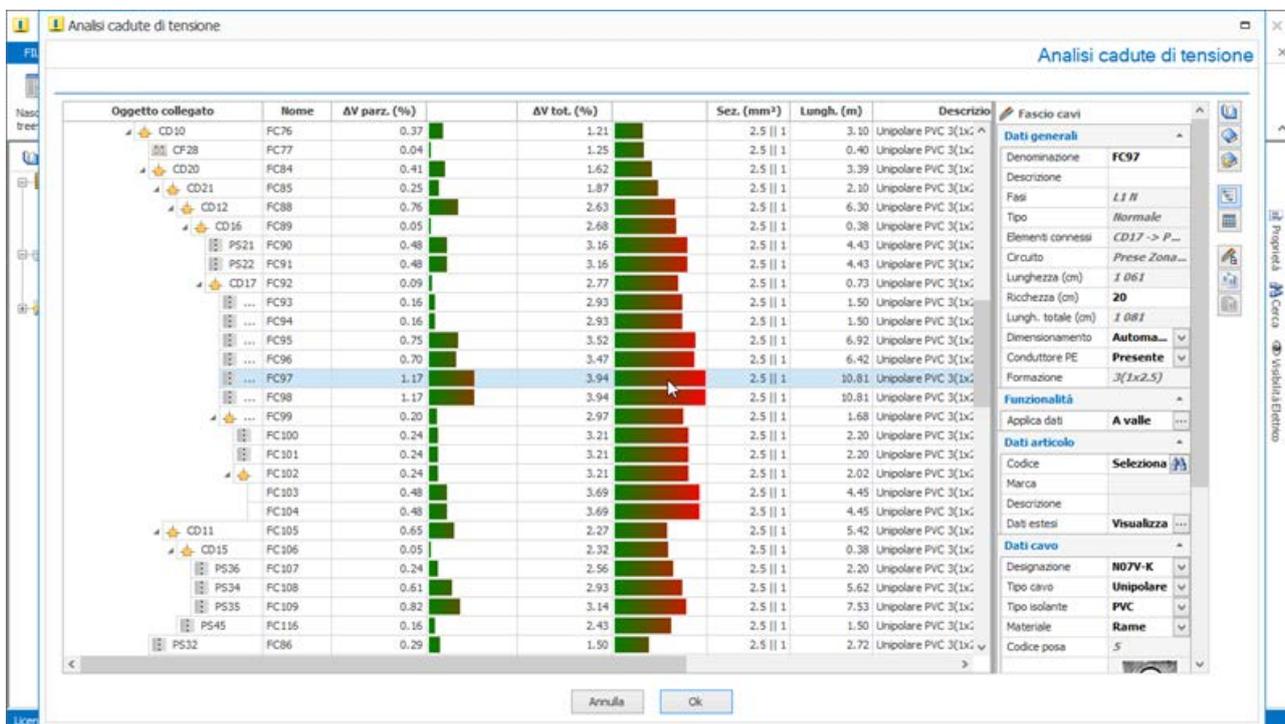
Risultati presa

Fase	L 1 N
Potenza attiva	2.981 kW
Potenza reattiva	1.444 kvar
cos φ	0.90
Corrente Ib	14.40 A

In ogni momento è possibile inoltre consultare l'albero elettrico di progetto per verificare e controllare l'architettura dell'impianto.



Se clicchiamo sul tasto “analisi cadute di tensione” si apre una tabella che analizza, in maniera del tutto automatica, la caduta di tensione in ogni condotto.



Il software ci consente inoltre di utilizzare una serie di funzioni importanti, quali:

- gestione:
 - cavi
 - cassette di derivazione
 - fasci cavi
 - fasci cavi dati
 - condutture
 - stipamento condutture
- equilibratura fasi
- coordinazione fasi (selettività e backup)
- sovratemperatura
- progettazione impianti di terra.

Dalla sezione quadri inoltre è possibile visionare e modificare lo schema unifilare, realizzare il fronte quadro e lavorare sullo schema dei circuiti.

Se entriamo nel nodo "progetto elettrico" sotto la voce "fronti quadro" possiamo configurare il quadro e generarne automaticamente la composizione del fronte.

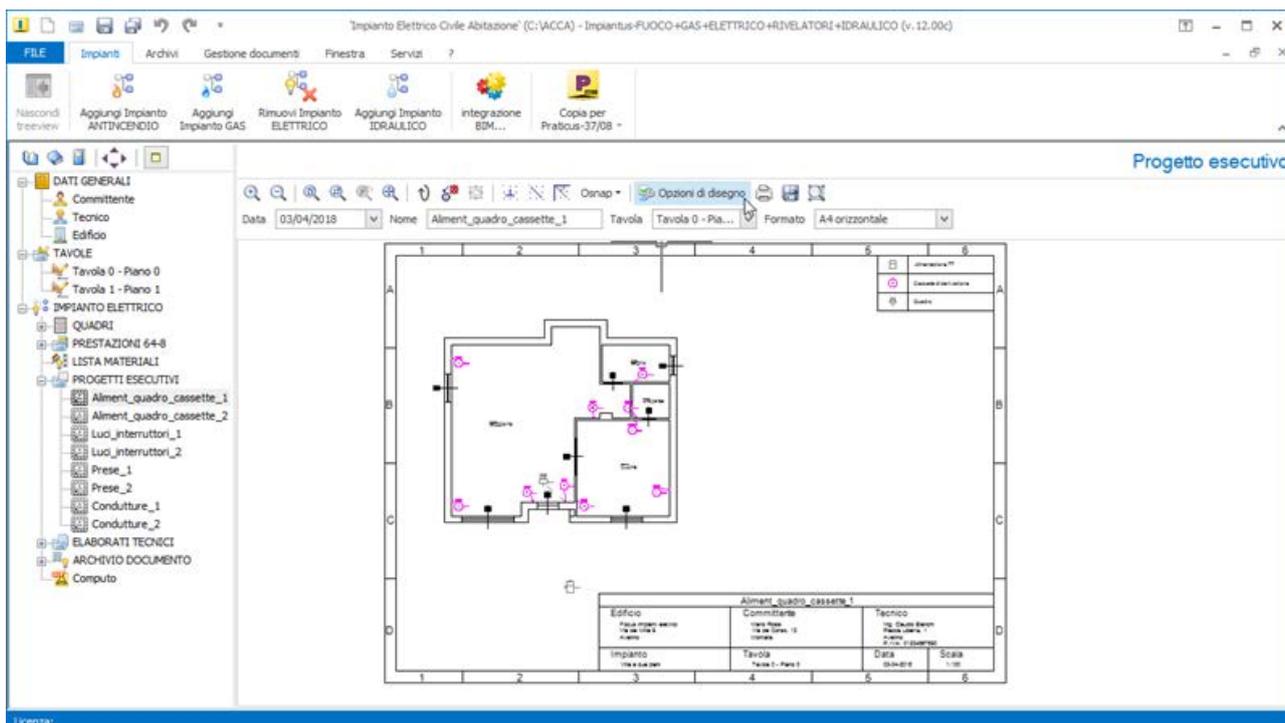
The screenshot shows the software interface for electrical project management. The main window displays the 'Componenti del quadro' (Panel Components) table and the 'Fronti Quadro' (Panel Front) diagram.

Denominazione	Descrizio...	Pannello
QU1		
● Generale	Int. M.T.	1
● Gestione carichi	Relè g.c.	1
● Carichi Prioritari	Int. M.T.D.	1
● Prese Zona Giorno	Int. M.T.	1
● Luci Zona Giorno	Int. M.T.	1
● Prese Zona Notte	Int. M.T.	1
● Luci Zona Notte	Int. M.T.	1
● Carichi Non Prioritari	Int. M.T.D.	2
● Prese Lavandera	Int. M.T.	2
● Prese Cucina	Int. M.T.	2
● Climatizzazione	Int. M.T.	2

The 'Fronti Quadro' diagram shows two panels, labeled 1 and 2, with their respective components and labels. Panel 1 includes 'Generale', 'Gestione carichi', and 'Carichi Prioritari'. Panel 2 includes 'Carichi Non Prioritari', 'Prese Lavandera', 'Prese Cucina', and 'Climatizzazione'.

Albero elettrico									
Nome	Tipo	Tavola	Circuito	Fasi	Pot. (kW)	Kc	Articolo	Alt. (cm)	
Albero elettrico									
AL1	Alimentazione	Piano 0	AL1	L1 N	3.881	1.00		150	
QU1	Quadro	Piano 0	AL1	L1 N	3.881	1.00	Quadro da parete lamiera	150	

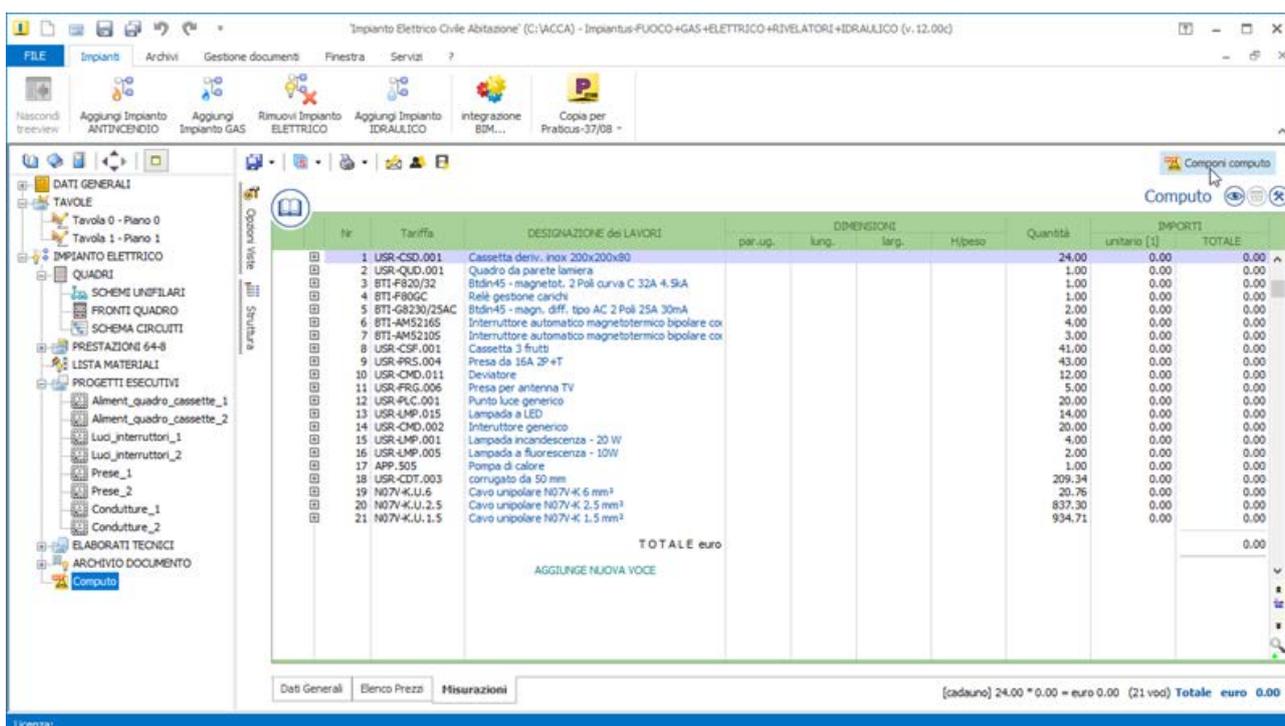
Possiamo generare i progetti esecutivi definendo tutte le entità da rappresentare in forma grafica. Dal nodo "PROGETTI ESECUTIVI" possiamo aggiungere un progetto e tramite le opzioni di disegno è possibile stabilire tutte le proprietà grafiche.



Possiamo esportare gli elaborati grafici nei formati dwg/dxf o pdf in base alle esigenze in modo molto veloce.

Infine si può generare la relazione tecnica del progetto in maniera automatica.

Anche generare il computo metrico è molto semplice. Dalla voce "Computo" si apre automaticamente il software gratuito Primus-Dcf .Dalla barra multifunzione seleziona la voce computo e clicca su composizione computo.



Licenza:

Impiantus-ELETRICO

Progettazione Impianti Elettrici

Il software integrato per la progettazione di impianti elettrici.

Dal semplice disegno ottieni verifiche, dimensionamento,
relazione tecnica, allegati grafici, computo...

[Scarica Impiantus-ELETRICO](#)