



Zeno Martini (admin)

ANALISI DEI CARICHI ELETTRICI

11 September 2009

Premessa

Non è infrequente la domanda nel forum su come determinare la **potenza contrattuale** per un impianto, quale e quanta potenza considerare per ogni carico, quale fattore di potenza. Le risposte sono sempre molto generiche e comprendono **molti 'dipende'**: dipende dal tipo di utilizzatori, dipende dal tipo di attività, e comunque non esistono parametri certi ed imm modificabili. Un'analisi statistica però è possibile: già ne sono state fatte e continueranno ovviamente ad essere perfezionate. Questo articolo si propone come riferimento per le future richieste, ma non può che fornire **indicazioni di massima**, perché l'ultima parola spetta ancora e sempre al **progettista**, ed alla sua esperienza che gli permette di capire le esigenze della committenza e sa stabilire con essa rapporti chiari.

Il problema

tutto sommato è semplice. Si deve stabilire quale sarà l'**effettiva potenza** utilizzata. Se si fa la somma delle potenze nominali di tutte le apparecchiature presenti, ci si accorge subito di un valore esagerato. Senza pensare a chissà quali impianti, basta considerare gli apparecchi elettrici installati in una qualsiasi abitazione civile. Si superano abbondantemente i **3 kW**, che ne rappresentano la **potenza contrattuale standard** e che, tutto sommato ancora, pur se con crescenti difficoltà, sono in genere sufficienti per un normale appartamento. E' evidente allora che la totale potenza delle apparecchiature elettriche installate dovrà essere moltiplicata per un coefficiente minore di uno. Il problema è dunque come determinare questo coefficiente. E qui le cose si complicano, perché una regola universale non esiste e non può esistere.

Tra l'altro, ciò che si dovrebbe conoscere per poter decidere, è ciò che si potrà conoscere solo ad esecuzione di impianto avvenuta: il

diagramma di carico

Il carico identifica il fabbisogno di energia elettrica da parte di un'utenza. Generalmente ci si riferisce all'energia nell'unità di tempo, cioè alla potenza e,

fondamentalmente, alla potenza attiva (kW) responsabile dell'effettiva energia trasferita all'utilizzatore.

Se si segue l'andamento nel tempo della potenza assorbita da un impianto elettrico e la si rappresenta su un grafico *Potenza-tempo* si ottiene il **diagramma di carico**. Per uno stesso impianto si possono avere diagrammi di carico diversi a seconda del periodo di osservazione. Possiamo avere un diagramma annuale, un diagramma mensile, uno giornaliero, uno orario, man mano che si scende nel dettaglio.

Il diagramma di una singola utenza ha un andamento praticamente casuale.

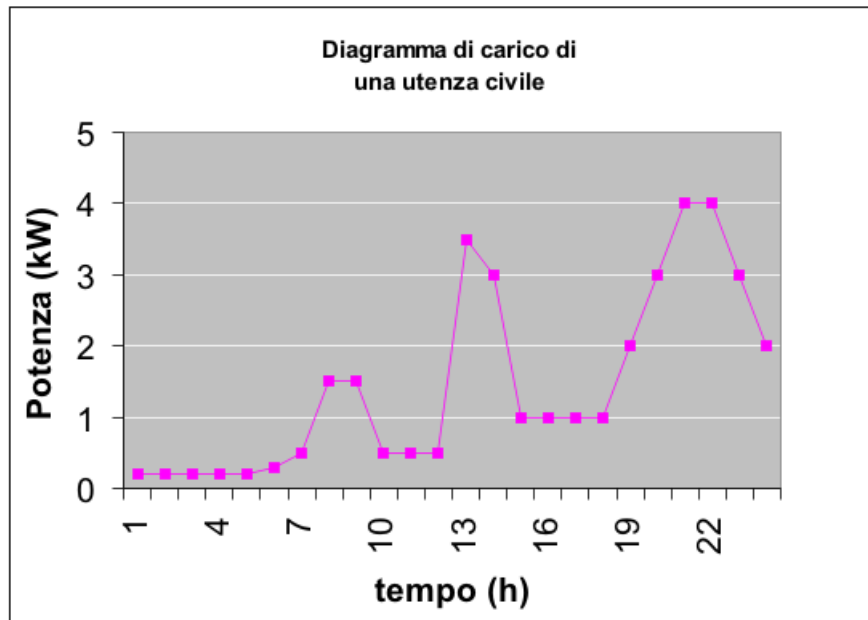


diagramma di carico giornaliero

Se ci si riferisce a bacini di utenza molto ampi si ottengono diagrammi abbastanza simili. Il diagramma di carico per l'utenza più ampia nel nostro caso, cioè il fabbisogno dell'intera rete elettrica italiana, è mostrato in tempo reale nel sito di [Terna](#).

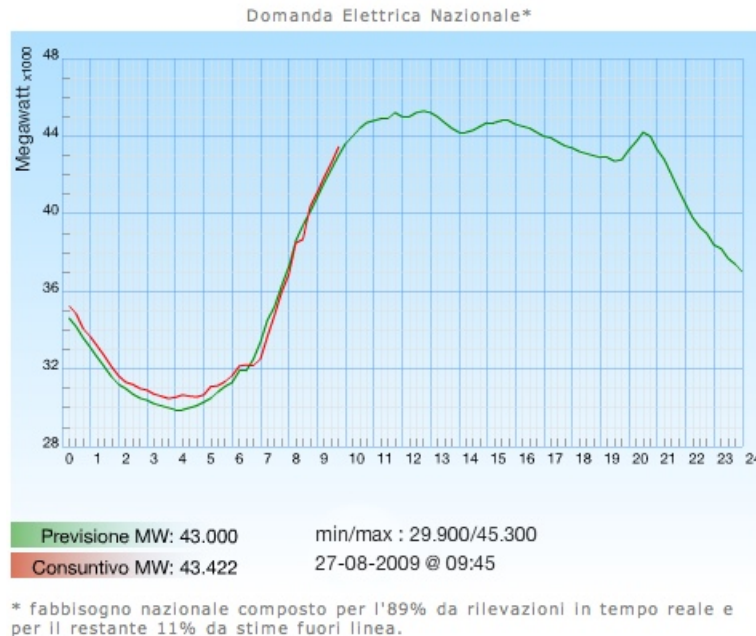


Diagramma del fabbisogno elettrico italiano

La figura ne è un esempio (relativo alle ore 10 del 27/08/09), ma cliccando [qui](#) si accede a quello del momento in cui state leggendo. Si può notare qui come l'andamento effettivo si discosti poco da quello previsto. Una previsione così precisa è difficilmente realizzabile per un impianto qualsiasi in fase di progetto. Però ci si può riferire a diagrammi di impianti simili. Ed è quello che un progettista fa, adattandoli alle esigenze specifiche.

Dato dunque un diagramma di carico, sono definite le **richieste di carico** considerando determinati intervalli di tempo: esse corrispondono alla potenza media in quell'intervallo di tempo. Definito un intervallo esisterà per esso una richiesta massima. E' a queste richieste di carico che ci si riferisce, sia in fase di progetto che di verifica. L'intervallo di 15 minuti è importante ai fini delle tariffe elettriche applicate, in quanto il valore massimo della potenza richiesta, nelle forniture senza limitatore, è valutato come il valore più alto della media della potenza assorbita ogni quindici minuti. Per dimensionare invece gli impianti, si fa riferimento ad intervalli più piccoli (secondi o qualche minuto) che definiscono P_M , la potenza massima, molto vicina al picco istantaneo di potenza dell'impianto. La potenza richiesta sulle 24 ore è la potenza media usata per valutare i consumi energetici dell'impianto.

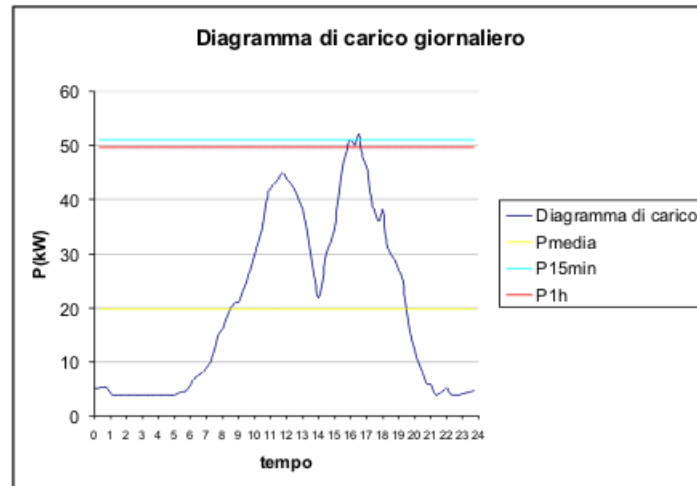


Diagramma giornaliero con potenza media, media massima in 15 min, media massima in un'ora

Dimensionamento di un impianto

Disponendo del diagramma di carico si individua subito qual è la potenza massima cui riferirsi per dimensionamento dell'alimentazione. Però, in fase di progetto, non lo si ha. Ci si può allora riferire ad impianti simili. In generale, in base alle apparecchiature presenti ed al modo con cui si prevede funzioneranno a pieno regime, occorre trovare un criterio per stabilire quale potenza considerare, per dimensionare il trasformatore, le linee, o definire la potenza contrattuale con il fornitore di energia. La somma delle potenze nominali di tutte le apparecchiature andrebbe sicuramente bene, ma, come già detto, il valore sarebbe eccessivo per due ragioni:

1. alcune apparecchiature possono non essere utilizzate alla loro piena potenza
2. quasi certamente le apparecchiature non funzioneranno tutte insieme

Di ciò si tiene conto con due coefficienti: rispettivamente il *fattore di utilizzazione* ed il *fattore di contemporaneità*. Hanno entrambi un valore minore od al massimo uguale ad uno. Non possono derivare però da un calcolo, e costituiscono, fondamentalmente una scelta, per la quale è determinante l'esperienza del progettista unitamente alla collaborazione del committente. Esistono ad ogni modo tabelle derivate da rilievi statistici, come quelle riportate (ricavate dal testo citato nella bibliografia).

fattore di utilizzazione

Per ogni utenza, sia per un singolo carico che per un insieme di carichi, si definisce un fattore di utilizzazione, f_u , come rapporto tra l'effettiva potenza massima richiesta, P_M , e la potenza nominale installata, P_N :

$$f_u = \frac{P_M}{P_N}$$

Nel caso di un insieme di carichi P_N corrisponde alla totale potenza installata, cioè la somma delle potenze nominali. Dunque per p carichi:

$$P_N = P_{N_1} + P_{N_2} + \dots + P_{N_p} = \sum_i^p P_{N_i}$$

Se si hanno m utenze, ciascuna caratterizzata da un proprio fattore di utilizzazione, la potenza massima effettiva dell'insieme di m utenze è data da

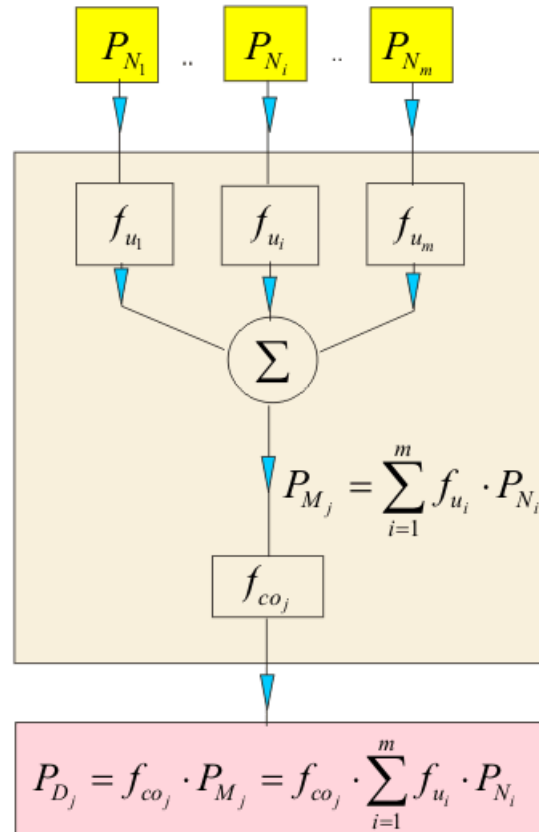
$$P_M = \sum_{i=1}^m f_{u_i} \cdot P_{i,N}$$

fattore di contemporaneità

La potenza massima si ha se tutte le utenze funzionano contemporaneamente al loro massimo assorbimento. In genere non è così ma, per un insieme di utenze è definito un **fattore di contemporaneità**, f_{co} come rapporto tra l'effettiva potenza assorbita e la potenza massima. L'effettiva potenza assorbita ne sarà la potenza di dimensionamento, P_D dell'insieme

$$f_{co} = \frac{P_D}{P_M}$$

Il seguente diagramma illustra il procedimento descritto per un generico insieme di utenze j



Potenza d iprogetto

Infine, la potenza di dimensionamento di un impianto che alimenta n insiemi di utenze sarà data dalla somma delle potenze determinate per ogni insieme.

$$P_D = \sum_{j=1}^n P_{D_j}$$

L'esempio più semplice per illustrare i due fattori, può essere il dimensionamento di una dorsale di un gruppo di prese industriali.

Supponiamo siano $n = 10$ prese trifase da $I_n = 32$ A alla tensione nominale $U_n = 400$ V. Si prevede che a ciascuna di esse potrà essere allacciato un carico massimo di $I_M = 25$ A. Il fattore di utilizzazione di ogni presa è allora $f_u = \frac{25}{32} \cong 0,8$. Se si prevede che il carico lavorerà con un fattore di potenza $\cos \varphi = 0,75$, la potenza effettivamente assorbita da ogni presa sarà $P_M = f_u \cdot \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \cdot \cos \varphi = 0,8 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32 \cdot 0,75 \cong 13$ kW.

Ora si deve decidere quante potranno essere in funzione contemporaneamente. Se sono 6, il fattore di contemporaneità vale $f_{co} = \frac{6}{10} = 0,6$. La dorsale dovrà pertanto

essere dimensionata per una potenza $P_D = f_{co} \cdot P_M \cdot n = 0,6 \cdot 13 \cdot 10 = 78 \text{ kW}$, con fattore di potenza pari a 0,75.

Ogni progettista, come si intuisce, può organizzare il procedimento in modo personale e, come già detto più volte, decisiva è la sua esperienza per guidarlo nella scelta. Può considerare, ad esempio, un unico coefficiente per ogni utenza, anche se, obiettivamente, è difficile dare un senso ad un coefficiente chiamato di contemporaneità ad un solo utilizzatore. Ovviamente quel coefficiente è da intendere per l'insieme di cui l'utilizzatore fa parte e, per la proprietà distributiva della somma, quel coefficiente, è matematicamente applicato ad ogni utilizzatore. Per i singoli impianti civili o della piccola industria, si segue in genere questa strada.

Il metodo descritto dal grafico si addice invece al dimensionamento di cabine MT/BT che alimentano diversi impianti o per stazioni AT/MT che alimentano più cabine. Le tabelle riprodotte sono in tal caso un'utile guida.

Esempi

Ecco un paio di esempi di come si può procedere.

officina meccanica

Utenza	n	Potenza dell'unità (kW)	Potenza installata (kW)	fattore di riduzione ($f_{co} \cdot f_u$)	PM (kW)
saldatrici	4	12	48	0,75	36
Pressa	1	7	7	0,4	2,8
Compressore	1	7,5	7,5	0,4	3
Utensili portatili	6	0,5	3	0,4	1,2
Trapano a colonna	1	1	1	0,4	0,4
Carroponte 1500 kg	1	4	4	0,4	1,6
Lampade interne	75	0,036	2,7	1	2,7
Lampade esterne	6	0,05	0,3	1	0,3
Totale			73,5		48

Officina Meccanica

Piccola azienda industriale

Utenza	n	Potenza dell'unità (kW)	Potenza installata (kW)	fattore di utilizzazione: fu	fattore di riduzione: fd	PM (kW)
montacarichi	4	10	40	0,8	0,75	24,0
12 motori da 2 kW	15	2	30	1	0,55	16,5
8 motori da 5,5 kW	10	5,5	55	0,7	0,65	25,0
6 motori da 7,5 kW	6	7,5	45	0,75	0,7	23,6
5 motori da 22 kW	5	22	110	0,8	0,8	70,4
2 motori da 75 kW	2	75	150	0,85	1	127,5
Lampade interne	180	0,036	6,48	1	0,8	5,2
Lampade esterne	16	0,25	4	1	0,8	3,2
Insieme delle macchine per ufficio	1	4	4	0,8	0,9	2,9
Unità di trattamento aria	1	32	32	1	0,7	22,4
Totale			476,48			320,7

Piccola azienda industriale

Un invito

Non è inutile osservare che gli esempi sono da considerare senz'altro tipici, ma non si propongono come rigorosi, e con coefficienti di valore assoluto. Questi ultimi poi vanno scelti con grande cautela in base alle caratteristiche di funzionamento dell'impianto.

E qui mi permetto di indirizzare un invito ai tecnici che hanno letto fino a questo punto l'articolo. E' quello di spedire qualche loro esempio che possano ritenere significativo, con giustificazione delle scelte effettuate per i coefficienti, per arricchire con esperienze concrete, la possibilità di conoscenza per i visitatori del sito.

Tabelle statistiche di attività

Applicazione dell'energia elettrica	Fattore di		
	Carico I_{II}	Potenza $\cos \phi$	Contempor. I_{CO}
1) Applicazioni domestiche	0,3 - 1	0,7 - 0,8	0,2 - 0,5
2) Applicazioni terziarie	0,3 - 0,6	0,8 - 0,9	0,3 - 0,7
3) Applicazioni agricole	0,3 - 1	0,6 - 0,8	0,3 - 0,7
4) Industrie che trattano prodotti del suolo e derivati			
a) Molini	0,8	0,8	0,8
b) Riserie	0,7	0,6 ÷ 0,7	1
c) Panifici con forni elettrici	1	0,95 ÷ 1	1
d) Industria dei biscotti	0,65	0,7 ÷ 0,8	0,9
e) Pastifici	0,7	0,7 ÷ 0,8	0,8
f) Produzione - Raffinazione dello zucchero	0,85	0,6 ÷ 0,7	1
g) Pasticceria con forni elettrici	0,65 ÷ 0,8	0,9 ÷ 1	0,8
h) Salumifici	0,6	0,7 ÷ 0,8	0,8
i) Industria delle carni in scatola	0,5	0,8 ÷ 0,9	0,8
l) Industria del concentrato di pomodoro	0,8	0,6 ÷ 0,8	0,8
m) Industria delle marmellate	0,7	0,75	0,8
n) Centrali del latte	0,55	0,8	0,8
o) Caseifici	0,7	0,7	0,75
p) Estrazione olio di oliva	0,6	0,6 ÷ 0,7	0,6
q) Estrazione olio di semi	0,6	0,5 ÷ 0,6	0,7
r) Produz. di bevande analcoliche	0,7	0,75	0,8
s) Fabbricazione di gelati	0,65	0,75	0,8
t) Stabilimenti enologici	0,7	0,6 ÷ 0,75	0,6
u) Industria della birra	0,65	0,7	0,7
5) Industrie estrattive e industrie che trattano prevalentemente materiali non metallici e loro derivati			
a) Cave per l'estrazione di sabbia e ghiaia	0,55 ÷ 0,65	0,5 ÷ 0,7	0,8
b) Estrazione e prime lavorazioni di pietre da costruzione	0,7	-	0,7
c) Industria della ceramica	0,6 ÷ 0,8	-	0,8
d) Industria del gres e del materiale refrattario	0,7	0,75	0,8
e) Fabbricazione e lavorazione del vetro	0,4 ÷ 0,7	0,7	0,9

tab1a.gif

Applicazione dell'energia elettrica	Fattore di		
	Carico f_u	Potenza $\cos \varphi$	Contempor. f_{co}
...			
f) Cantieri edili	$0,4 \div 0,7$	$0,5 \div 0,75$	0,5
g) Lavorazione di pietre, marmi e affini	$0,6 \div 0,7$	$0,65 \div 0,8$	0,8
h) Industria del cemento	0,7	$0,8 \div 0,9$	0,8
i) Fabbricazione di calce e gesso	$0,6 \div 0,8$	$0,65 \div 0,85$	$0,6 \div 1$
l) Industria di laterizi	0,7	$0,65 \div 0,75$	0,6
m) Fabbricazione di manufatti in cemento			
- mattonelle e manufatti vari	0,75	0,75	0,8
- pali, tubi, travi	$0,25 \div 0,5$	0,75	0,8
n) Fabbricazione di conglomerati cementizi misti con fibre o altre materie	0,8	-	0,95
o) Industrie per il trattamento elettrolitico dei metalli	$0,7 \div 0,8$	$0,8 \div 0,9$	0,8
6) Industrie che trattano minerali e materiali metallici			
a) Fonderia di seconda fusione di metalli ferrosi, con forni elettrici	$0,7 \div 0,8$	$0,75 \div 0,85$	$0,7 \div 0,8$
b) Produzione e prime lavorazioni dei metalli ferrosi, con forni elettrici	0,9	-	1
c) Fonderie di seconda fusione di metalli ferrosi, con forni elettrici	$0,9 \div 1$	$0,9 \div 0,95$	$0,8 \div 0,9$
d) Fonderie di seconda fusione di metalli non ferrosi, con forni non elettrici:			
- per lingotti	0,9	$0,8 \div 0,9$	0,8
- per pezzi lavorati	$0,6 \div 0,8$	-	0,8
e) Smaltatura e verniciatura dei metalli	$0,8 \div 1$	0,95	$0,9 \div 1$
7) Industrie tessili e dell'abbigliamento			
a) Industria del cotone (filatura)	0,7	$0,7 \div 0,8$	0,9
b) Industria del cotone (tessitura)	0,7	$0,65 \div 0,8$	0,8
c) Industria del lino, canapa e juta	$0,7 \div 0,8$	$0,7 \div 0,8$	0,9
d) Industria della lana (filatura, pettinatura e tessitura)	0,7	0,7	0,9
e) Industria dei tappeti	0,6	$0,7 \div 0,8$	0,8
f) Tintorie	0,8	$0,75 \div 0,85$	0,85
g) Industrie delle confezioni	$0,4 \div 0,7$	0,8	0,7
h) Calzaturifici:			
- Scarpe di cuoio	0,6	$0,65 \div 0,8$	0,4
- Scarpe di gomma	0,75	-	0,8

tab1b.gif

Applicazione dell'energia elettrica	Fattore di		
	Carico f_{it}	Potenza $\cos \phi$	Contempor. f_{co}
...			
i) Maglifici	0,7	0,65÷0,75	0,75
l) Calzifici	0,75÷0,95	0,65÷0,85	1
m) Cappellifici	0,85	0,8	0,9
8) <i>Industrie varie</i>			
a) Fabbriche di pasta meccanica di legno	0,8 ÷ 0,9	0,8 ÷ 0,9	0,9
b) Fabbricazione della carta da imballaggio e di cartone	0,7 ÷ 0,9	-	0,8
c) Industria per la lavorazione della carta e del cartone	0,5 ÷ 0,8	0,7	0,6 ÷ 0,8
d) Laboratori di arti grafiche	0,75	0,7 ÷ 0,8	0,75
e) Segagione, stagionatura e conservazione del legno	0,6 ÷ 0,7	0,6 ÷ 0,7	0,8
f) Industria dei compensati	0,5	0,8 ÷ 0,85	0,7
g) Laboratori di falegnameria e carpenteria in legno	0,3 ÷ 0,5	0,75 ÷ 0,8	0,8
h) Industria di tappi di sughero	0,5	0,7 ÷ 0,75	0,6
i) Fabbriche di mobili e arredamenti in legno	0,5	-	0,6
l) Concerie	0,65	0,65÷0,75	0,7
m) Lavorazione delle materie plastiche (preparazione, stampaggio, estrusione)	0,5 ÷ 0,8	0,85	0,8
9) <i>Bisogni collettivi</i>			
a) Distribuzione di acqua potabile	0,8 ÷ 0,9	0,8 ÷ 0,9	0,8
b) Ospedali e case di cura	0,45 ÷ 0,6	0,8 ÷ 0,9	0,7
10) <i>Industria meccanica leggera in genere</i>	0,5	0,7 ÷ 0,8	0,6

tab1b.gif

Bibliografia



Complementi di impianti Elettrici - Lorenzo Fellin - Ed. Diade

Estratto da ["http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:articolo47"](http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:articolo47)