# CAPITOLO 3

## Leggi, norme tecniche e criteri per la progettazione delle reti di distribuzione in MT e BT.

Come già accennato, il dimensionamento degli impianti di distribuzione viene eseguito con riferimento alle condizioni di funzionamento nominale (o di regime permanente).
Ciò significa che per eseguire il dimensionamento di un impianto di distribuzione si può fare riferimento al suo circuito equivalente monofase, al quale si perviene così come indicato al capitolo precedente, nel quale è stato altresì definito il suo modello matematico.
Il passo successivo è, pertanto, quello di definire i cirteti da seguire per il dimensionamento degli impianti in questione.

I criteri di dimensionamento generalmente adottati sono:

- ✓ il criterio della massima caduta di tensione (criterio elettrico);
- ✓ il criterio della massima sovratemperatura (criterio termico);
- ✓ il criterio del massimo tornaconto economico.

Prima di entrare nel merito dei predetti criteri di dimensionamento delle reti di distribuzione, è giusto il caso di sottolineare che la progettazione, la installazione, la manutenzione ordinaria, la conduzione e la verifica peridodica degli impianti elettrici sono oggetto di numerose leggi e norme tecniche che hanno il compito di garantire, oltre al corretto funzionamento dell'impianto, anche la sicurezza delle persone che, dal contatto con parti dell'impianto elettrico, potrebbero subire danni anche mortali.
Una panoramica sulle predette leggi e norme tecniche, nonché sugli Enti preposti alla normazione tecnica nel settore elettrico sarà fornita più avanti, quando introdurremo il tema specifico della sicurezza delle persone contro lo shock elettrico.

### 1. Dimensionamento delle reti di distribuzione con il criterio elettrico

E' noto che tutte le utenze elettriche (lampade, motori, …) sono sensibili, in misura e con effetti diversi, tanto agli aumenti del modulo della tensione quanto agli abbassamenti del modulo della tensione. Le lampade, per esempio, possono subire una diminuzione della loro vita utile (aumento della tensione) oppure una diminuizione della resa luminosa (abbassamento della tensione); così come i motori asincroni, in caso di diminuizione della tensione subiscono una diminuizione della loro coppia motrice con, a parità di coppia resistente, un conseguente incremento dello scorrimento e quindi della corrente assorbita (aumento ulteriore della caduta di tensione sulla linea di alimentazione ed aumento delle perdite per effetto Joule sulla linea di alimentazione e negli avvolgimenti del motore, che potrebbe surriscaldarsi eccessivamente).
Per quanto sopra accennato, i valori della caduta di tensione sugli impianti di distribuzione, espressi in percentuale della tensione nominale dell'impianto stesso – $\Delta V\%$ -, vengono imposti inferiori a certi valori massimi ritenuti ammissibili; in particolare si impone:

- ✓ in BT: $\Delta V\% \leq 4 \div 6\%$,
- ✓ in MT: $\Delta V\% \leq 5 \div 7\%$.

Fissati i valori ammissibili per le cadute di tensione sull'impianto, e noti i carichi, la loro ubicazione e la tensione nominale dell'impianto, si tratta quindi di trovare le sezioni dei conduttori delle linee costituenti la rete di distribuzione, in modo che la massima caduta di tensione $\Delta V_{max}$ nell'impianto non superi un preassegnato valore ammissibile, $\Delta V_{amm}$.

### *1.1 reti con carichi resistivi*

Ricordando che la caduta di tensione su una singola linea dell'impianto di distribuzione è esprimibile in termini analitici e generali con l'equazione (2.2) ricavata nel capitolo 2, nel seguito vengono inizialmente considerate, per semplicità di esposizione, i più ricorrenti casi pratici di linee che alimentano carichi puramente resistivi ($\cos\phi = 1$). Successivamente, si mostrerà come estendere i criteri di dimensionamento delle linee al caso più generale di carichi homico-induttivi.

*Linea con carico di estremità)*

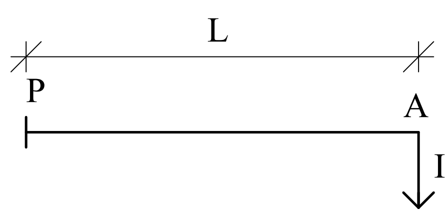


*Fig. 1. Linea con carico di estremità.*

La massima caduta di tensione è pari a:

$$\Delta V = R \cdot I \ = K \cdot \rho \frac{L}{S} \cdot I$$

essendo ρ la resistività del materiale conduttore utilizzato per realizzare il cavo.

Il coefficiente K assume i seguenti valori:

$$K = \begin{cases} 2 \quad \text{linea monofase,} \\ \\ 1 \quad \text{linea trifase.} \end{cases}$$

Ciò in quanto sulle linee trifasi, in condizioni di funzionamento simmetrico ed equilibrato (condizioni normali), la corrente di ritorno sul neutro è nulla e, quindi, per ogni fase, si ha caduta di tensione solo sul conduttore di andata; nelle linee monofase, invece, si ha sempre caduta di tensione sia sul conduttore di andata che su quello di ritorno (che ha le stesse caratteristiche di quello di andata), per cui la caduta di tensione è doppia.

Ponendo

$$M_P = L\, I\,,$$

definito come momento elettrico della corrente valutato rispetto al punto di alimentazione, P, l'espressione della massima c.d.t. diventa:

$$\Delta V = K \cdot \rho \frac{M_P}{S}\ .$$

A questo punto, la sezione del conduttore si ricava semplicemente imponendo:

$$\Delta V = \frac{K \cdot \rho \cdot M_P}{S} \le \Delta V_{amm.}\ .$$

E' importante sottolineare che, poiché dal calcolo possono scaturire valori della sezione del conduttore non presente in commercio, la sezione di progetto dovrà essere approssimata a quella commerciale immediatamente superiore a quella di calcolo.

*Linea con carichi concentrati lungo il percorso*

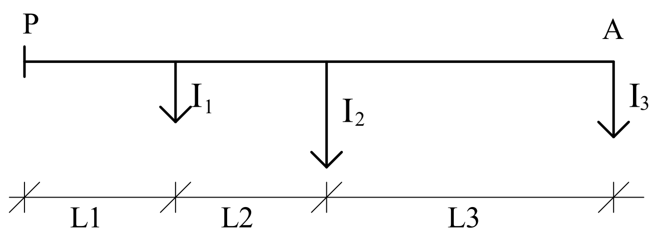


*Fig. 2. Linea con carichi concentrati lungo il percorso.*

Anche se in prima analisi potrebbe sembrare economicamente conveniente, nella pratica i diversi tratti della stessa dorsale non vengono realizzati con sezioni differenti; si pone invece:

$$S_1 = S_2 = S_3 = S\,.$$

L'espressione della massima c.d.t., calcolata tra P e A, applicando il principio di sovrapposizione degli effetti, è funzione della somma dei momenti elettrici delle singole correnti rispetto al punto di alimentazione P:

$$\Delta V = K \frac{\rho}{S} \sum M_{Pi}$$

dove $M_{Pi}$ è il momento elettrico delle singole correnti rispetto al punto di alimentazione P.

Si può porre:

$$\sum M_{P_i} = L^* \sum I_i \tag{3.1}$$

da cui:

$$\Delta V = K \frac{\rho}{S} L^* \sum I_i \quad .$$

In definitiva, ai fini della determinazione della sezione S, la linea della Fig. 2 risulta equivalente a quella della Fig. 3, a condizione che L* sia facilmente calcolata a partire dalla condizine (3.1)

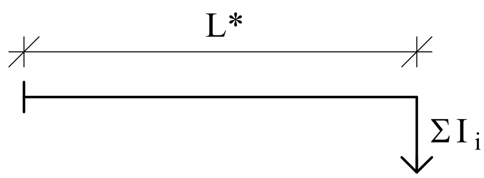


*Fig. 3. Linea equivalente alla linea di Fig. VII.2*

*Linea con carico uniformemente distribuito*

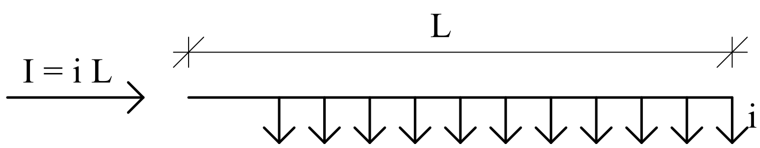


*Fig. 4. Linea con carico uniformemente distribuito*

Anche in questo caso, per motivi di praticità, la sezione della linea sarà unica per l'intera lunghezza.
Poiché il carico è uniformemente distribuito, se i è la corrente per unità di lunghezza è possibile definire una corrente risultante pari a I = i x L ed il dimensionamento si può effettuare riconducendo il caso in esame, ancora una volta, a quello di linea con carico di estremità (Fig. 1). La corrente risultante può essere, infatti, concentrata in un punto a distanza, L*, dal punto di alimentazione, purché L* sia posto uguale a:

$$L^* = \frac{\int_o^L i_x \cdot dx}{i \cdot L} = \frac{\int_o^L i \cdot x \cdot dx}{i \cdot L} = \frac{\left[ i \frac{x^2}{2} \right]_o^L}{iL} = \frac{iL^2}{2iL} = L/2 \quad .$$

*Reti radiali complesse*

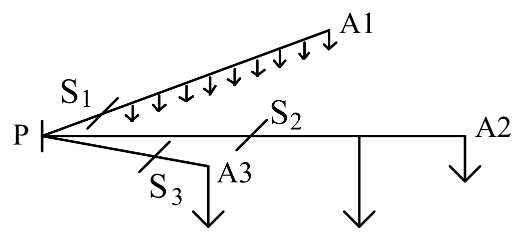


*Fig. 5. Esempio di rete radiale complessa*

In questo caso, ogni linea della rete si dimensiona indipendentemente dalle altre utilizzando le esemplificazioni indicate in precedenza.

Può capitare, però, che la rete dadiale sia alimentata da una linea principale (detta "dorsale", Fig. 6); in questo caso il problema risulta alquanto più complesso.

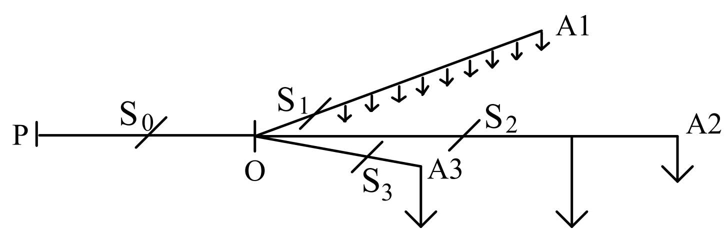


*Fig.6. Esempio di rete radiale con un tratto di alimentazione comune.*

Innanzitutto, appare conveniente differenziare le sezioni delle singole linee terminali, Si, e queste ultime da quella della dorsale principale, So, per cui in generale si hanno (n+1) incognite, se n sono le linee terminali.

La massima caduta di tensione tra il punto P e il generico punto $A_i$ è data da:

$$\Delta V = \Delta V_o + \Delta V_i \tag{3.2}$$

e si possono scrivere n di queste equazioni linearmente indipendenti (una per ogni linea terminale).

Una possibile equazione aggiuntiva e linearmente indipendente dalle altre, che nella pratica risulta essere economicamente conveniente, è la seguente:

$$S_o = \sum_{i=1}^{n} S_i \quad .$$

Dalla (3.2), si ricava:

$$\Delta V_i = \Delta V - \Delta V_o \tag{3.3}$$

con:

$$\Delta V_i = K \frac{\rho}{S_i} M_{Oi} \ ,$$

nella quale $M_{Oi}$ è il momento elettrico della corrente risultante del ramo i-esimo rispetto all'origine del ramo stesso (punto O).

Ovviamente si può scrivere anche:

$$\Delta V_{i+1} = \Delta V_i = K \frac{\rho}{S_{(i+1)}} M_{O(i+1)}$$

pertanto risulta:

$$\frac{M_{Oi}}{S_i} = \frac{M_{O(i+1)}}{S_{(i+1)}} = \frac{1}{C}$$

quindi in generale:

$$S_i = C \cdot M_{Oi}$$
$$S_o = \sum_i S_i = C \sum M_{Oi}$$

$$S_i = S_o \cdot \frac{M_{Oi}}{\sum_i M_{Oi}} . \tag{3.4}$$

D'altra parte, per il tratto comune a tutte le linee si ha:

$$\Delta V_o = K \frac{\rho}{S_o} \cdot L_o \sum I_i = K \frac{\rho}{S_o} \cdot M_P \quad .$$

Vale allora:

$$\Delta V = \Delta V_o + \Delta V_i = K \left[ \frac{\rho}{S_o} M_P + \frac{\rho}{S_i} M_{Oi} \right] .$$

Sfruttando la (VII.3) si può scrivere:

$$\Delta V = K\rho \left[ \frac{1}{S_o} M_P + \frac{\sum M_{Oi}}{S_o} \right] = \frac{K}{S_o} \rho \left[ M_P + \sum M_{Oi} \right] \tag{3.5}$$

nella quale l'unica incognita è la $S_0$.

Ponendo ancora:

$$\sum_i M_{Oi} = \lambda \cdot \sum_i I_i$$

la (3.5) diventa:

$$\Delta V = K\rho \frac{\sum I_i \cdot (L_o + \lambda)}{S_o} \; .$$

In altri termini, la sezione So può essere calcolata imponendo che la massima caduta di tensione sulla linea equivalente mostrata nella Fig. 7 sia minore o uguale alla caduta di tensione ammissibile.

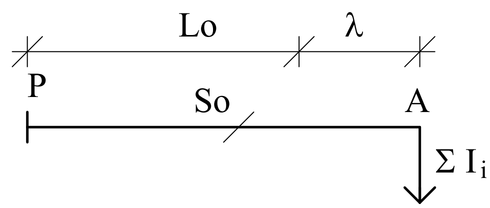


*Fig. 7. Linea equivalenze alla rete di Fig. 6, ai fini del calcolo di So.*

Imponendo:

$$\Delta V \leq \Delta V_{amm.}$$

si ha:

$$S_o \geq K\rho \frac{\sum I_i \cdot (L_o + \lambda)}{\Delta V_{amm.}}$$

Calcolato, anzitutto, la $S_0$, le $S_i$ possono essere calcolate separatamente utilizzando la (3.4).

*Reti di distribuzione ad anello.*

Una rete di distribuzione a semplice anello (Fig. 5 del capitolo 1) può essere evidentemente ricondotta ad una linea aperta ma alimentata da entrambi le due estremità, con tensioni identiche (Fig. 8).

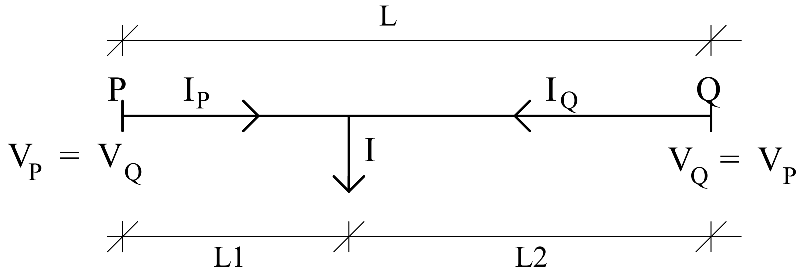


*Fig. 8. Linea alimentata alle due estremità con tensioni uguali ed equivalente ad una rete ad anello semplice*

Si dimostrerà che la linea di Fig. 8 si può scomporre in due linee con carichi di estremità (Fig. 9), equivalenti fra loro ai fini del calcolo dell'unica sezione S da assegnare alla rete ad anello.

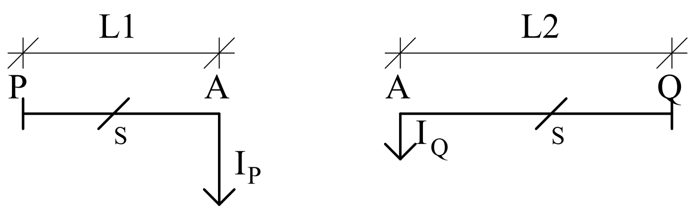


*Fig. 9 Scomposizione di una linea alimentata alle due estremità con tensioni uguali.*

Per poter calcolare la sezione S è necessario semplicemente calcolare il valore della corrente che circola nella linea di sinistra ($I_P$, Fig. 9) o, equivalentemente, in quella di destra ($I_Q$, Fig. 9), per poi applicare quanto già fatto per il caso di linea con carico di estremità.

Essendo $V_P = V_Q$ e $S_1 = S_2 = S$, deve anche essere:

$$L_1 \cdot I_P = L_2 \cdot I_Q$$

Inoltre:

$$I = I_P + I_Q$$

e pertanto le espressioni di $I_P$ ed $I_Q$ in funzione di I sono:

$$I_P = I \cdot \frac{L_2}{L}, \qquad I_Q = I \cdot \frac{L_1}{L} \quad .$$

Più complesso si presenta il caso in cui i carichi sulla rete ad anello sono più di uno. La rete ad anello può, innanzitutto, essere sostituita con una linea aperta alimentata alle due estremità, come mostrato nella Fig. 10:

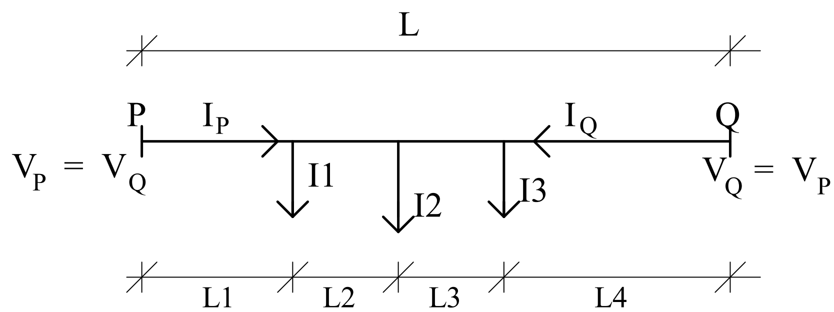


*Fig. 10. Linea alimentata alle due estremità con tensioni uguali e con più di un carico*

Per ricondurre anche questo caso a quello di riferimento di linea con carico di estremità, è possibile applicare, innanzitutto il principio di sovrapposizione degli effetti. Si può immaginare, infatti, che ciascun carico riceva alimentazione da entrambi i lati (P e Q); per esempio:

$$I_2 = I_{2P} + I_{2Q}$$

con

$$I_{2P} = I_2 \cdot \frac{(L_3 + L_4)}{L} = \frac{M_{Q2}}{L}, \quad I_{2Q} = I_2 \frac{(L_1 + L2)}{L} = \frac{M_{P2}}{L} \quad ,$$

e così anche:

$$I_{1P} = \frac{M_{Q1}}{L}, \quad I_{1Q} = \frac{M_{P1}}{L}, \quad I_{3P} = \frac{M_{Q3}}{L}, \quad I_{3Q} = \frac{M_{P3}}{L} \quad .$$

E' possibile, a questo punto, calcolare la corrente complessivamente erogata da P:

$$I_P = I_{1P} + I_{2P} + I_{3P}$$

ed analogamente la corrente complessivamente erogata da Q:

$$I_Q = I_{1Q} + I_{2Q} + I_{3Q}.$$

A partire dai valori di $I_P$ ed $I_Q$ calcolati come sopra, è necessario individuare il carico che "effettivamente" necessità di essere alimentato da entrambi i lati; nel caso rappresentato nella Fig. 10 si può procedere nel modo seguente:

$I_1$: Il carico 1 necessita della corrente $I_1$, se:

$$I_P > I_1$$

esso può essere alimentato interamente da $P_1$ e si procede, perciò, verso il carico 2;

$I_2$: Al carico 2 arriva, da P, la corrente:

$$I_{2P} = I_P - I_1 \quad .$$

Se:

$$I_{2P} < I_2$$

al carico 2 dovrà arrivare corrente anche da Q.
In queste condizioni il carico 2 è il carico che "effettivamente" richiede di essere alimentato da entrambi i lati e la linea può essere sdoppiata, proprio in corrisponedenza del carico 2, in due linee indipendenti ed equivalenti dal punto di vista del dimensionamento della rete ad anello (si veda la Fig. 11).

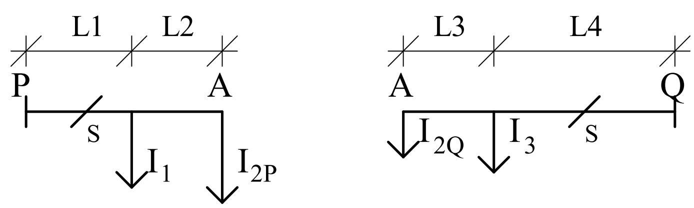


*Fig.11. Scomposizione di una linea alimentata da due lati con tensioni uguali e con più carichi concentrati.*

**1.2 Reti con carichi a cosϕ < 1**

In questo caso la massima di tensione sulla reattanza non è nulla e l'espressione della c.d.t. sulla linea è:

$$\Delta V = RI \cos\phi + XI \sin\phi \, .$$

Si è già visto che la reattanza di una linea in cavo dipende poco dal valore della sezione.
Per questa ragione, si può prefissare il valore di X prima ancora che sia calcolata la S, e ciò solo sulla base di una stima di prima approssimazione della S (è sufficiente un pò di esperienza per riuscire a stimare la sezione di una linea nota la corrente che deve portare). Avendo stimato la reattanza della linea ed essendo fissati la corrente I ed il sinϕ, il secondo termine nell'espressione della c.d.t. sarà una costante nota, e:

$$\Delta V = RI \cos\phi + \text{cost.}$$

quindi:

$$S \geq \frac{K\rho\, L \cdot I \cdot \cos\phi}{\left(\Delta V_{amm.} - \text{cost.}\right)} .$$

Determinata la S in questo modo, è necessario verificare che a questo valore della sezione corrisponda un valore di reattanza pari, o inferiore, al valore preassegnato inizialmente.
Se la reattanza della linea di sezione S, appena calcolata, risulta maggiore al valore della reattanza stimata precedentemente al calcolo della S, allora - per evitare di sottostimare la caduta di tensione sulla linea - è necessario ricalcolare la sua sezione S a partire dal nuovo valore della reattanza X.
Dopo aver ripetuto il calcolo di S è bene verificare ancora una volta che il nuovo valore della reattanza sia minore o uguale all'ultimo valore usato per il calcolo di S.

## 2. Criterio termico

I conduttori percorsi da corrente sono sede di dissipazioni di energia per effetto Joule. Questo fenomeno comporta l'innalzamento della temperatura del conduttore, rispetto alla temperatura ambiente. I conduttori risentono in maniera negativa dell'incremento della loro temperatura. Il fenomeno si presenta tanto nelle linee aeree che in quelle in cavo, con conseguenze che sono significativamente differenti.

Il valore di temperatura, che finito il transitorio termico, si instaura nel conduttore, dipende, oltre che da parametri caratteristici del conduttore che saranno meglio trattati da qui a poco, anche dalla modalità con cui avviene lo scambio termico tra conduttore ed ambiente. E' ovvio che nelle linee aeree ciò avviene essenzialmente per convezione, mentre nelle linee in cavo avviene per conduzione anche se nella posa si evitano contatti stretti con i diversi componenti. Considerate anche le modalità di scambio termico nelle linee aeree il fenomeno della sovratemperatura comporta problemi di entità contenuta quale la ricottura dei materiali con conseguente aumento della resistività e peggioramento delle caratteristiche meccaniche degli stessi.

Nelle linee in cavo il fenomeno è più complesso e l'entità delle conseguenze è più serio.
Nel cavo, oltre al conduttore è inevitabilmente presente, a contatto con lo stesso, il materiale isolante la cui "vita utile", t, è legata alla temperatura di esercizio, $\vartheta$. Il decadimento della vita utile di un cavo in funzione della temperatura di esercizio segue la nota legge di Arrenhius:

$$t = Ae^{-b/\vartheta}$$

con A e b costanti che dipendono dal tipo di materiale isolante.

E' opportuno sottolineare che la temperatura di esercizio dell'isolante va considerata pari a quella del conduttore, essendo egli stesso a stretto contatto.

Fissato il tipo di materiale isolante e il valore minimo della durata utile dello stesso, per ogni tipo di isolante, e di conseguenza per ogni tipo di cavo, rimane fissato un valore max della temperatura di esercizio. A partire da questo dato, obiettivo del criterio termico è quello di individuare una sezione S del conduttore tale da garantire, per assegnate condizioni di massimo carico a regime, il non superamento della massima temperatura di esercizio.

Con riferimento alla situazione di regime si può ipotizzare che tutta la potenza generata nel conduttore per effetto Joule venga dissipata verso l'ambiente esterno. Per l'analisi del funzionamento è allora sufficiente imporre la seguente equazione di bilancio termico:

$$R \cdot I^2 = hs\left(\vartheta_s - \vartheta_o\right) = hs\Delta\vartheta$$

con h coefficiente di scambio termico (per conduzione) e s superficie di scambio termico.
Fissata la sovratemperatura ammissibile, $\Delta\vartheta$, si può calcolare la max corrente che a regime permanente può circolare nel cavo senza che detta sovratemperatura venga superata.
Tale corrente è detta anche “portata” del cavo, $I_Z$:

$$I_Z = \sqrt{\frac{hs\,(\vartheta_s - \vartheta_o)}{\frac{\rho}{S}\cdot l}} \;;$$

essa è funzione di molti parametri quali il tipo di isolante, il tipo di posa, la presenza di altri conduttori, la sezione del conduttore.

Se invece si parte dal presupposto che è nota la corrente di massimo carico del cavo, la stessa equazione di prima può essere risolta rispetto al parametro sezione, S, per effettuarne il dimensionamento.

Un modo più semplice di gestire la relazione appena considerata è quella di tabellare, fissato un valore convenzionale per la temperatura ambiente (tipicamente $\vartheta_a = 30\,°C$), la portata dei cavi per sezioni commerciali, per tipo di materiale condutore e per tipo di isolante e per tipo di posa. Si riporta qui di seguito un esempio **qualitativo** di come può essere strutturata una tale tabella (Tabella 1): le portate sono riportate all'interno della tabella e sono espresse in ampere.

Per conoscere le reali portate dei vari tipi di cavi, al variare della sezione del materiale conduttore, della modalità di posa, del tipo di isolante, ecc.., bisogna fare riferimento alle tabelle ufficiali che sono le vigenti tabelle CEI UNEL 35024.

*TABELLA 1 Valori qualitativi delle portate dei cavi, per diversi conduttori, diversi isolanti e diverse modalità di posa (le portate sono espresse in ampere)*

| | **Rame** | | | | **Alluminio** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **S** [mm²] | **PVC** | | **EPR** | | **PVC** | | **EPR** | |
| | **Posa 1** | **Posa 2** | **Posa 1** | **Posa 2** | **Posa 1** | **Posa 2** | **Posa 1** | **Posa 2** |
| **1.5** | 8 | 12 | 10 | 14 | 7 | 11 | 9 | 13 |
| **2.5** | 14 | 18 | 16 | 20 | 13 | 17 | 15 | 19 |
| **4** | 20 | 24 | 22 | 26 | 19 | 23 | 21 | 25 |
| **6** | 26 | 30 | 28 | 32 | 25 | 29 | 27 | 31 |

### 3. Criterio del massimo tornaconto economico

Si intuisce che, oltre che secondo i criteri tecnici sopra esposti, il dimensionamento delle membrature può essere effettuato anche seguendo criteri di tipo economico. In particolare è evidente l'interesse dell'utente di minimizzare i costi di installazione e di gestione delle reti di distribuzione, pur garantendo le corrette condizioni di funzionamento come sopra presentate.

Utilizzare anche un criterio di tipo economico, vuol dire in pratica minimizzare il costo di acquisto, di installazione e di gestione delle reti di distribuzione, fissate che siano le specifiche tecniche “minime” ritenute imprenscindibili.

Per le linee aeree, il problema ha senso soprattutto in termini di minimizzazione della sezione del conduttore, cui consegue anche la minimizzazione dei costi imputabili ai sostegni.

Il problema può essere affrontato analiticamente individuando in termini espliciti una funzione costo (funzione obiettivo, dipendente dalla sezione, S, del conduttore) da minimizzare; in termini generali essa sarà del tipo:

$$C = C(S).$$

In molti casi pratici, tale funzione risulta abbastanza semplice e lineare:

$$C = d + bS$$

con i coefficienti d e b che vanno di volta in volta determinati in funzione del tipo di impianto.

Poiché, tutto sommato, l'impostazione e la risoluzione di detto problema non è banale, va stimato all'inizio, insieme al Committente, se affrontarlo è conveniente, in relazione ai preventivabili risparmi economici che ne conseguirebbero.

Per le linee in cavo, il problema può essere affrontato in termini più pratici e senza una vera e propria impostazione analitica, anche se per conseguire effetti significativi, è necessaria una buona dose di esperienza.

Sebbene buona parte del costo di una linea in cavo sia imputabile al conduttore, si può pensare di intervenire anche sulla scelta dell’isolante e sulla modalità di posa del cavo.

Premesso che, ovviamente, bisogna garantire una portata del cavo superiore alla corrente di impiego, questa condizione può essere ottenuta con diversi valori della sezione del conduttore, dell’isolante e del tipo di posa e l’obiettivo del Progettista è quello di trovare la combinazione di minore costo complessivo.

Si possono svolgere a proposito alcune considerazioni pratiche.

La modalità di posa di una cavo incide significativamente tanto sulla sua portata che sui costi di installazione (la posa in aria garantisce grandi portate e costi di installazione bassi, al contrario della posa in canali interrati che comporta basse portate e costi di installazione molto alti), per cui la scelta della posa dei cavi assume una importanza economica fondamentale.

A parità di modalità di posa, poi, l’impiego di isolanti capaci si sopportare sovratempeature elevate (per es. l’EPR) a volte consentono di risparmiare sulla sezione del conduttore, per cui il maggior costo dell’isolante potrà risultare compensato e, quindi, complessivamente più economico: per esempio, se la portata di un cavo di fissata sezione (calcolata con il criterio elettrico) ed isolato in PVC dovesse risultare di poco inferiore alla corrente di impiego del cavo, l’idea di passare alla sezione commerciale successiva risulterebbe economicamente svantaggiosa rispetto a quella di passare, a parità di sezione e di posa, ad un isolante un po' migliore.