

CAVI DI BASSA TENSIONE

LA PORTATA

AGGIORNATA LA VECCHIA TABELLA CEI-UNEL DEGLI ANNI SETTANTA

V. Carrescia

1. Introduzione

Da 1° agosto 1997 sono in vigore le nuove tabelle per la portata dei cavi, in rame, di bassa tensione CEI-UNEL 35024/1 per i cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico CEI-UNEL 35024/2 per i cavi ad isolamento minerale.

La prima tabella, 22 pagine, lire 60.000, sostituisce la vecchia CEI-UNEL 35024 del 1970. La seconda tabella è inedita, 14 pagine, lire 45.000.

Entrambe le tabelle non si applicano ai cavi interrati o posati in acqua, ai cavi posti negli apparecchi, nei quadri, sui rotabili o aeromobili ed ai cavi per servizio mobile.

Il modo per trovare la portata di un cavo è cambiato rispetto alla vecchia tabella, soprattutto per l'introduzione del fattore di correzione della portata dei cavi installati in fascio, o in strato.

Di seguito è indicata la metodologia per determinare la portata di un cavo, con particolare riferimento alla tabella CEI-UNEL 35024/1 relativa ai cavi isolati con materiale elastomerico o termoplastico, di più ampia applicazione.

Occorre innanzi tutto individuare la portata I_0 , alla temperatura ambiente di 30 °C, relativa al singolo cavo multipolare, o all'insieme dei cavi unipolari che costituiscono il singolo circuito.

L'effettiva portata I_z del cavo è data da:

$$I_z = I_0 \times k_1 \times k_2$$

dove

– k_1 è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente è diversa da 30 °C;

– k_2 è il fattore di correzione per i cavi installati in fascio, o in strato.



Una portata speciale.

2. La portata I_0

Per determinare la portata I_0 di un cavo bisogna innanzi tutto distinguere i cavi unipolari dai cavi multipolari.

I cavi unipolari fanno capo alla tab. I, pag. 7 della tabella CEI-UNEL 35024/1, mentre per i cavi multipolari ci si deve riferire alla tab. II, pag. 10 della tabella stessa.

Dopo di che bisogna sapere:

- la sezione del cavo;
- il tipo di isolante, PVC o EPR (miscela di gomma etilenpropilenica o similari);
- il numero di conduttori caricati (2 o 3);
- il tipo di posa.

I diversi tipi di posa sono indicati nella tabella 52.C della norma CEI 64-8, finora inutilizzata.

La portata non cambia per ciascun tipo di posa, ma per gruppi di tipi di posa.

Ad esempio, i cavi unipolari installati nei tubi protettivi o in canali hanno, a parità di altre condizioni, la stessa portata per tutti i tipi di posa illustrati in tabella 2.A.

Lo stesso dicasi per i cavi multipolari installati nei tubi protettivi o in canale, tabella 2.B.

Sul numero di conduttori caricati, meglio spendere due parole.

L'aggettivo "caricato" sta ad indicare un conduttore percorso da corrente in condizioni ordinarie di esercizio. Quindi il conduttore di protezione sicuramente non è un conduttore caricato.

Il conduttore di neutro è la solita sfiga: è percorso da corrente se il carico è squilibrato, oppure il contenuto di armoniche è eccessivo. In genere, i sistemi trifase sono equilibrati, o lievemente squilibrati, e dunque la portata di un circuito, o di un cavo quadripolare si determina assumendo 3 conduttori caricati.

Nei casi particolari in cui il sistema sia fortemente squilibrato in condizioni ordinarie, occorre considerare 4 conduttori caricati.

Lo stesso dicasi per sistemi equilibrati in cui il neutro è percorso da corrente a causa delle armoniche.

Vale la pena ricordare che nei casi suddetti il conduttore di neutro deve avere una sezione adeguata alla corrente che lo percorre.

Nelle tabelle I e II della tabella CEI-UNEL 35014/1, che indicano le portate I_0 , il numero di conduttori caricati è soltanto 2 o 3.

Per trovare la portata di 4 conduttori caricati, si deve trovare prima la portata relativa a due conduttori e poi moltiplicare tale valore per il fattore di riduzione corrispondente a due circuiti, o due cavi multipolari, come di seguito indicato al par. 4.

A proposito della tabella I è da segnalare un errore di stampa, in base al quale tutta la tabella si riferirebbe a cavi unipolari senza guaina. In verità, la prima parte della tabella, pag. 7 si riferisce a cavi unipolari con e senza guaina.

Infatti secondo la nota (*) della tabella "i cavi con guaina e posa in tubo possono essere adottate le stesse portate dei cavi unipolari senza guaina".

Tabella 2.A - Tipi di posa, a cui si applica la stessa portata, di cavi unipolari in tubo o in canale (1).

Numero di rif. tab. 52.C CEI 64-8	Tipo di posa	Descrizione
3		Tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
4		Tubi protettivi non circolari posati su pareti
5		Tubi protettivi annegati nella muratura
22		Tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
23		Tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
24		Tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
31		Canali posati su parete con percorso orizzontale
32		Canali posati su parete con percorso verticale
33		Canali incassati nel pavimento
34		Canali sospesi

1) disegni si riferiscono a cavi unipolari senza guaina (cordine), usualmente impiegati. Ma si può applicare anche ai cavi unipolari con guaina.

Numero di rif. tab. 52.C CEI 64-8	Tipo di posa	Descrizione
41		Tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi, con percorso orizzontale o verticale
42		Tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati incassati nel pavimento
72		Canali provvisti di elementi di separazione

Tabella 2.B - Tipi di posa, a cui si applica la stessa portata, di cavi multipolari.

Numero di rif. tab. 52.C CEI 64-8	Tipo di posa	Descrizione
3A		Tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti
4A		Tubi protettivi non circolari posati su pareti
5A		Tubi protettivi annegati nella muratura
21		Cavità di strutture
22A		Tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
25		Controsoffitti e pavimenti sopraelevati

Tabella 2.B

Numero di cavi da 50 °C CE 64-8	Tipo di posa	Descrizione
31		Canali posati su parete con percorso orizzontale
32		Canali posati su parete con percorso verticale
33A		Canali incassati nel pavimento
34A		Canali sospesi
43		Cunicoli aperti o ventilati con percorso orizzontale o verticale

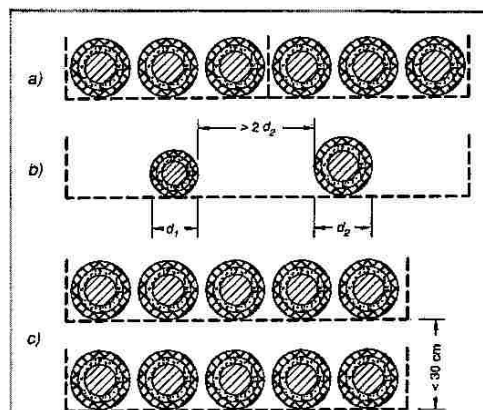


Fig. 1 - Cavi in strato: a) non distanziati; b) distanziati; c) in doppio strato

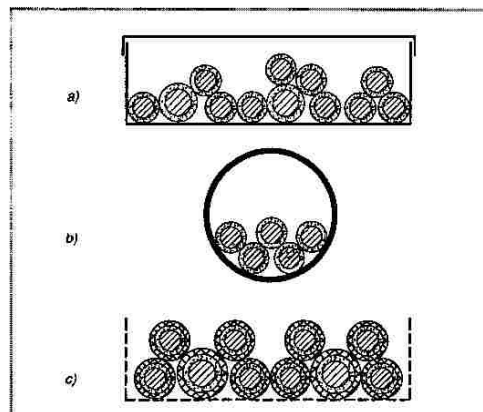


Fig. 2 - Cavi in fascio: a) in canale; b) in tubo; c) su passerella.

Sembra ragionevole estendere quanto sopra anche ai cavi unipolari con guaina posati in canale.

Dopotutto la presenza della guaina migliora in ogni caso le condizioni di scambio termico con l'ambiente circostante.

Ne consegue che la pag. 7 della tabella si applica indistintamente ai cavi unipolari con o senza guaina.

Se così non fosse, la tabella 35024/1 non indicherebbe la portata dei cavi unipolari con guaina posati in canale.

La seconda parte della tabella I, pagg. 8 e 9, si riferisce soltanto a cavi unipolari con guaina: così come i tipi di posa indicati richiedono.

3. Il fattore di correzione k_t

La portata I_0 si riferisce ad una temperatura ambiente di 30 °C.

Se la temperatura ambiente aumenta, il cavo può portare meno corrente, perché minore è il salto termico tra la temperatura massima di funzionamento del cavo (70 °C per il PVC e 90 °C per l'EPR) e la temperatura ambiente. Si riduce di conseguenza il calore che il cavo può dissipare verso l'ambiente circostante.

Il contrario succede, ovviamente, se la temperatura ambiente diminuisce.

La tabella 3.A riporta il valore del fattore k_t per alcuni valori della temperatura ambiente

Tabella 3.A - Fattore k_t

Temperatura ambiente (°C)	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1,00	1,00
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	—	0,65
70	—	0,58
75	—	0,50
80	—	0,41

(tab. III della tabella CEI-UNEL 35024/1).

Per calcolare k_1 corrispondente a valori intermedi di temperatura, si può utilizzare la formula: (Fondamenti di sicurezza elettrica, nuova edizione, pag. 443):

$$k_1 = \sqrt{\frac{70 - \theta_a}{40}} \text{ per cavi in PVC}$$

$$k_1 = \sqrt{\frac{90 - \theta_a}{60}} \text{ per cavi in EPR}$$

dove θ_a è la temperatura ambiente.

4. Il fattore di correzione k_2

Se vicino ad un cavo si posano altri cavi la portata diminuisce, perché ogni cavo riscalda gli altri e viceversa.

Il fattore di correzione k_2 tiene conto di questo fenomeno fisico.

I cavi possono essere raggruppati in fascio o in strato. Va da sé che si tratta di cavi multipolari, o di cavi unipolari appartenenti a circuiti distinti.

Per *strato* si intende un gruppo di cavi affiancati, in genere posati su passerella, fig. 1 a), ma possono anche essere posati a muro, a pavimento o su scala portacavi. Lo strato di cavi può essere orizzontale o verticale.

I cavi posati in strato possono essere distanziati o no.

Due cavi unipolari sono distanziati quando la distanza tra loro supera due volte il diametro esterno del cavo di sezione maggiore, fig. 1 b). Due cavi multipolari sono distanziati quando la distanza tra loro è almeno uguale al diametro esterno del cavo di sezione maggiore (*).

Due passerelle, sulle quali sono posati cavi in strato, distanti meno di 30 cm si influenzano termicamente e costituiscono uno strato su due supporti (doppio strato), fig. 1 c).

Per *fascio* si intende un raggruppamento di cavi non distanziati e non posti in strato, fig. 2.

(*) Purtroppo il termine "distanziati" viene usato nella tabella CEI-UNEL 35024/1 anche nel definire le condizioni di posa in aria ai fini dell'individuazione della portata I_0 , ma con diverso significato.

Da notare, che più cavi disposti uno sopra l'altro sulla stessa passerella costituiscono un fascio, fig. 2 c), e non un doppio strato.

I fattori di correzione k_2 si leggono nelle seguenti tabelle della CEI-UNEL 35024/1:

- tabella IV per i cavi, unipolari o multipolari, in fascio e in singolo strato;
- tabella V per i cavi multipolari, in strato su più supporti;
- tabella VI per i cavi unipolari, in strato su più supporti

Se il fascio, o strato, è composto di cavi in PVC e in EPR, la portata I_0 dei cavi in EPR va calcolata come se fossero in PVC. Ciò ad evitare che la maggior temperatura ammessa per il cavo in EPR (90 °C) possa danneggiare i cavi in PVC a contatto, la cui temperatura massima di funzionamento è di 70 °C.

Il fattore k_2 si applica quando i cavi del fascio, o dello strato, hanno sezioni simili, cioè contenute entro tre sezioni adiacenti unificate, ad esempio 6-10-16 mm².

Se le sezioni non sono simili, il fattore di correzione diventa:

$$k_2 = 1 / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di circuiti, o di cavi multipolari, del fascio.

Evidente che non conviene mettere insieme nello stesso fascio, o strato, cavi di sezioni dissimili.

È infine il caso di sottolineare che il fattore di correzione k_2 è stato calcolato assumendo che tutti i cavi siano percorsi permanentemente da una corrente pari alla loro portata, il che è molto raro nella realtà impiantistica. I fattori di correzione k_2 sono quindi molto cautelativi.

La norma ammette di trascurare i conduttori che sono caricati con una corrente inferiore al 30% della loro portata I_0 .

Sembra inoltre ragionevole che il progettista assuma per n il numero massimo di cavi che possono essere caricati contemporaneamente, ad esempio in base alle protezioni a monte, e quindi riferire il fattore k_2 ad un numero inferiore di cavi rispetto a quello installato.

5. Cavi in parallelo

Per trovare la portata di n conduttori in parallelo per fase di un circuito trifase, si considerano n circuiti tripolari.

Si calcola quindi prima la portata I_0 di un circuito tripolare secondo il tipo di cavo e le modalità di posa e poi si applica il fattore di correzione k_2 relativo a n circuiti, in fascio o su strato secondo il caso.

In genere i cavi in parallelo sono protetti da un unico interruttore, di corrente nominale uguale, o inferiore, alla somma delle portate dei cavi che servono una fase.

In tal caso è essenziale che la corrente si ripartisca in modo uguale su tutti i cavi, altrimenti alcuni cavi sarebbero più sovraccaricati e altri meno.

A tal fine, tutti i cavi in parallelo devono presentare la stessa impedenza; essere quindi di sezione uguale.

Per i cavi di grossa sezione (oltre 70 mm²) la reattanza non è più trascurabile rispetto alla resistenza.

La reattanza è influenzata dalla posizione reciproca dei cavi, per uniformare le reattanze, i cavi di una stessa fase devono essere disposti in modo per quanto possibile simmetrico rispetto al centro ideale del fascio di cavi, TNE 6/97, pag. 6, fig. 4.

6. Le tabelle TuttoNormel

Nell'intento di facilitare ai nostri abbonati il compito di determinare la portata dei cavi, abbiamo predisposto dieci tabelle nelle quali si può leggere direttamente la portata I_0 dei cavi a 30 °C, nelle condizioni di posa più usuali.

Ciò evita di individuare prima la portata I_0 del singolo circuito o cavo multipolare, poi di andare alla ricerca del fattore k_2 adatto al caso e di eseguire infine la moltiplicazione.

I fattori k_2 non previsti nella tabella CEI-UNEL 35024/1 sono stati ottenuti per interpolazione.

Le prime cinque tabelle si riferiscono ai cavi in PVC, le successive ai cavi in EPR.

Gli argomenti, dubbi e problemi non terminano ovviamente qui, ma per il momento basta così.

