

# Guida

## PER IL CORRETTO USO DEI CAVI NEGLI IMPIANTI ELETTRICI UTILIZZATORI

---

Cavi per energia  
di bassa tensione

2023



COMITATO  
ELETTROTECNICO  
ITALIANO



Per quanto il contenuto della presente Guida sia il risultato delle conoscenze e delle competenze di esperti nel settore dei cavi in Italia e tenga conto della legislazione e dello stato dell'arte disponibili al momento (Marzo 2023), non si può escludere che i contenuti in essa riportati siano soggetti a modifiche successive (anche prima di una eventuale edizione di aggiornamento).

Più in generale, il testo non è legalmente vincolante e rimane liberamente valutabile da parte di ciascun utilizzatore nell'ambito del processo di valutazione e decisionale di sua esclusiva competenza. ANIE/AICE non può essere ritenuta responsabile dell'uso che potrà essere fatto dei contenuti della Guida così come delle misure adottate o non adottate in relazione ai medesimi contenuti.

## Prefazione

I cavi per energia di bassa tensione sono un elemento fondamentale per il funzionamento della nostra società: essi forniscono energia alle abitazioni, agli edifici commerciali, alle industrie e alle diverse infrastrutture più critiche, come ospedali, aeroporti e gallerie. Il cavo elettrico risulta essenziale per garantire funzionalità con alti standard prestazionali e di sicurezza.

La scelta del corretto cavo è molto importante poiché esso deve essere adeguato all'applicazione, in grado di resistere alle condizioni ambientali specifiche, alle sollecitazioni meccaniche e alle tensioni elettriche garantendo sempre la sicurezza delle persone e dei beni.

Al fine di garantire un'installazione sicura ed efficiente, il professionista deve districarsi tra numerose Norme, di prodotto ed installative, nazionali, europee ed internazionali (CEI, CENELEC, IEC), dedicate ai cavi per energia ed alle loro applicazioni. In un quadro legislativo e normativo sempre più complesso, questa guida si pone proprio l'obiettivo di fornire in modo sintetico ed agile, ma allo stesso tempo completo, un ausilio concreto al professionista attraverso informazioni dettagliate sui prodotti e sui principali riferimenti normativo-legislativi.

Questa nuova edizione della Guida si è resa necessaria per aggiornare tutti i riferimenti alle Norme di prodotto, che di anno in anno vengono riviste. Si basti pensare a quella che è stata, negli ultimi anni, una vera e propria rivoluzione per il settore dei cavi elettrici: il Regolamento europeo Prodotti da Costruzione (detto comunemente CPR). Esso, in vigore ormai da ben sei anni, ha portato i produttori di cavi a riprogettarli, effettuare importanti ricerche sui materiali per fabbricarli, realizzare nuove normative tecniche per produrli e testarli, in modo tale da garantire gli alti standard di sicurezza per il comportamento al fuoco che il Regolamento suddetto impone.

ANIE/AICE con il patrocinio di CEI ha realizzato una guida completa e aggiornata per cavi per energia di bassa tensione, che rappresenta uno strumento prezioso per i professionisti del settore.

Un ringraziamento particolare agli esperti professionisti di ANIE/AICE per la stesura di questa guida, con l'auspicio che trovi la più ampia diffusione possibile.

**Alessandro Mazzucato**  
*Presidente CEI CT 20*

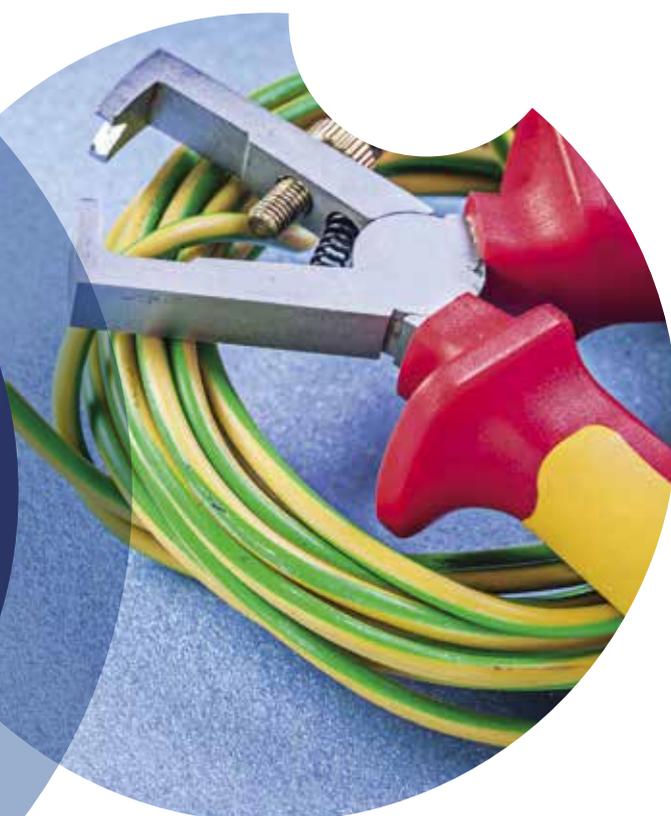
## AICE

### Associazione Italiana Industrie Cavi e Conduttori Elettrici

**AICE** è l'Associazione di riferimento delle Aziende attive in Italia nella produzione dei cavi energia, cavi per comunicazione, accessori e conduttori per avvolgimenti elettrici. Opera nell'ambito di **Federazione ANIE**, seconda realtà nel sistema confindustriale per peso e rappresentatività. Attraverso le 14 associazioni che la compongono, ANIE rappresenta le imprese elettrotecniche ed elettroniche in Italia. Principale scopo associativo è di tutelare gli interessi e promuovere le istanze della categoria mediante:

1. l'elaborazione di strategie di ampio respiro per favorire la crescita del settore
2. la promozione di ricerca e sviluppo di nuovi prodotti e nuove tecnologie
3. la rappresentanza unitaria della categoria presso le istituzioni politiche, italiane ed europee, presso i Committenti di maggior rilevanza e gli Enti di Normazione tecnica e di certificazione.
4. l'impegno costante nel promuovere la cultura tecnica e normativa sul tema della sicurezza presso tutti gli operatori della filiera elettrica.

Le aziende associate sono **più di 40**, e rappresentano, a valore, l'**85÷90%** del mercato per un fatturato 2021 di circa **4,5 miliardi di euro**.



# Indice

1. CARATTERISTICHE, IDENTIFICAZIONE E MARCATURA DEI CAVI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE	8
2. SCELTA E INSTALLAZIONE DEI CAVI	30
3. CONDIZIONI AMBIENTALI	37
4. CONDIZIONI D'INSTALLAZIONE	43
5. TIPO DI POSA	45
6. ASPETTI DI SICUREZZA CONNESSI ALL'INCENDIO	48
7. LEGGI	58
8. GUIDA ALL'USO DEI CAVI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE	62





# Introduzione

I cavi elettrici di bassa tensione rappresentano uno dei componenti fondamentali nell'ambito delle installazioni elettriche: in particolare quelle di bassa tensione (con quest'ultimo termine si intende il valore di tensione in corrente alternata fino a 0,6 / 1 kV e in corrente continua fino a 1800 V) trovano il loro utilizzo specialmente nell'edilizia sia di tipo residenziale sia di tipo terziario e industriale. La loro scelta e messa in opera a regola d'arte in questi ambienti richiede un contributo fondamentale da parte dei progettisti e degli installatori elettrici.

Allo scopo di fornire un supporto di agevole consultazione alle figure professionali interessate, tenendo conto dell'elevato numero di documenti normativi che regolano il settore dei cavi, AICE, in collaborazione con il CEI, ha ritenuto opportuno realizzare la presente Guida divulgativa.

# 1. CARATTERISTICHE, IDENTIFICAZIONE E MARCATURA DEI CAVI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

Questo capitolo tratta gli aspetti generali relativi alle diverse tipologie costruttive dei cavi elettrici di bassa tensione, della loro relativa identificazione e marcatura.

## 1.1 Elementi costitutivi dei cavi

I cavi elettrici sono costituiti in genere da due o più combinazioni dei seguenti elementi:

### Conduttore:

un filo o una corda di metallo in rame o alluminio destinato a condurre la corrente elettrica e realizzato in conformità alla Norma CEI EN 60228. Si evidenzia il fatto che il conduttore in alluminio ramato non è previsto da alcuna normativa nazionale CEI, europea CENELEC ed internazionale IEC.

I conduttori per i cavi elettrici in conformità alla Norma CEI EN 60228 (CEI 20-29) sono suddivisi in quattro classi:

**Classe 1:** Conduttori a filo unico  
Conduttori rigidi con sezione circolare;

**Classe 2:** Conduttori a corda rotonda o settoriale  
Conduttori rigidi a corda;

**Classe 5:** Conduttori flessibili;

**Classe 6:** Conduttori flessibili, maggiormente flessibili di quelli di classe 5.

I conduttori di classe 1 e 2 sono destinati a cavi per posa fissa; i conduttori di classe 5 sono destinati a cavi per posa fissa o mobile; i conduttori di classe 6 sono invece destinati a cavi per posa mobile.

**NOTA:** La sezione nominale rappresenta il valore che identifica una sezione particolare del conduttore, ma non è soggetto alla misura diretta.

CLASSE 1



CLASSE 2



CLASSE 5



CLASSE 6



### Isolante

involucro di materiale dielettrico posto sul conduttore e destinato a sopportare la tensione elettrica.

### Anima

conduttore con relativo isolante, in quanto parte costituente di un cavo.

## Riempitivo

materiale costituito da una miscela adatta al comportamento al fuoco del cavo, tale da non essere aderente allo strato sottostante consentendo una facile separazione delle anime e con cui, nei cavi multipolari, sono riempiti gli interstizi tra le anime e le guaine. Non deve inoltre dar luogo ad azioni dannose con l'isolante e/o altri materiali e deve potersi distinguere dallo strato sovrastante.

## Schermo

rivestimento di materiale metallico (ad esempio di rame o di alluminio) applicato sulla superficie esterna dell'isolante o sull'insieme delle anime cordate avente sia lo scopo di confinare il campo elettrico generato dai conduttori sia di proteggere il cavo da disturbi elettromagnetici esterni.

I tipi di schermi maggiormente utilizzati sono di seguito riportati:

- **A fili o nastri;**
- **A treccia o calza.**

A seconda del tipo di costruzione, gli schermi possono essere divisi in due tipi:

- schermi elettrostatici:** costituiti da sottili nastri di rame o di alluminio;
- schermi elettromagnetici:** costituiti da calze di fili sottili di rame o da nastri di rame (generalmente con spessore maggiore rispetto a quelli degli schermi elettrostatici).



Lo schermo, se adeguatamente collegato a terra, ha anche funzione di protezione contro i contatti elettrici

## Armatura

rivestimento protettivo metallico costituente una struttura regolare uniforme, senza eccessivi interstizi o accavallamenti, avente la funzione principale di protezione meccanica.

## Guaina

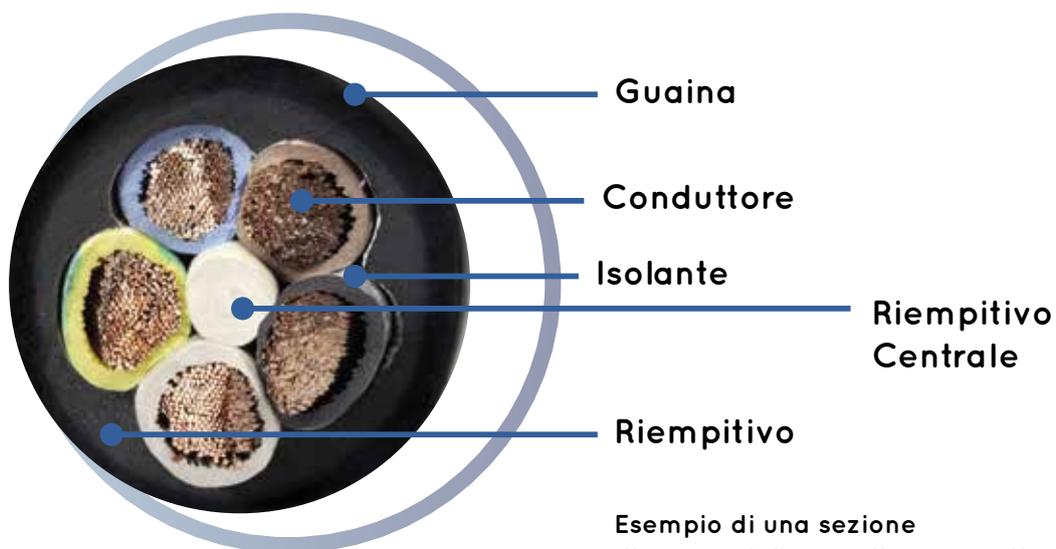
rivestimento protettivo non metallico continuo aderente sull'insieme delle anime. La guaina ha lo scopo di proteggere il cavo da azioni meccaniche non particolarmente gravose e, talvolta, da agenti esterni.

Le caratteristiche costruttive delle mescole dei cavi per energia di bassa tensione sono riportate nelle Norme CEI EN 50363 e CEI 20-11/0-1 rispettivamente per le mescole dei cavi armonizzati e dei cavi nazionali

Nella Norma CEI EN 50363 (serie CEI 20-11) per le mescole dei cavi armonizzati;

Nella Norma CEI 20-11/0-1 per le mescole dei cavi nazionali.

In queste specifiche vengono elencate sia le proprietà fisico meccaniche che i valori di riferimento che tali proprietà devono rispettare in relazione al loro utilizzo. Le mescole isolanti e di guaina utilizzate per la realizzazione dei cavi energia di bassa tensione sono sostanzialmente suddivisibili in tre categorie: termoplastiche (es. polivinilcloruro, polietilene, poliuretano/TMPU etc.), elastomeriche (es. HEPR, XLPE, policloroprene, a base siliconica), poliolefiniche (a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio).



Esempio di una sezione di cavo e delle sue diverse parti.



## 1.2 Sistema di designazione

A livello normativo sia nazionale che internazionale sono stati messi a punto sistemi di designazione che attraverso l'utilizzo di appositi caratteri alfanumerici consentono il riconoscimento univoco del cavo.

### 1.2.1

#### **Sistema di designazione nazionale**

La Norma CEI UNEL 35011 identifica la sigla del cavo attraverso simboli che rappresentano le varie parti componenti il cavo procedendo dall'interno verso l'esterno: tipo di conduttore, isolante, schermo, guaina, ecc.

### 1.2.2

#### **Sistema di designazione europeo**

La sigla di designazione del cavo secondo la Norma CEI 20-27 (CEI HD 361) è composta da più parti: la prima parte indica il riferimento alle norme (europee o nazionali) e alla tensione nominale, la parte successiva indica in sequenza radiale, il tipo di materiale isolante, gli eventuali schermi e la guaina esterna.

Nelle tabelle 1 e 2 sono state riportate alcune delle più significative sigle di designazione utilizzate per i cavi. Per l'elenco completo delle sigle consultare la Norma CEI UNEL 35011 e la Norma CEI 20-27 (CEI HD 361).

## Tabella 1

Sistema di designazione italiano in accordo con la Norma CEI UNEL 35011

SIGLA	SIGNIFICATO
<b>CONDUTTORI</b>	
-	Nessun simbolo: conduttore di rame
A	Conduttore di alluminio
F	Conduttore flessibile di un cavo per posa fissa
FF	Conduttore flessibilissimo
R	Conduttore rigido rotondo a corda
S	Conduttore a corda settoriale
U	Conduttore rigido rotondo a filo unico
<b>ISOLANTI</b>	
E29	Mescola isolante a base di polietilene reticolato per utilizzo nei cavi con tensione nominale $U_0/U$ uguale a 100/100 V secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
G16	Mescola isolante a base di gomma etilenpropilenica ad alto modulo a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi avente temperatura caratteristica di 90 °C per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
G17	Mescola isolante elastomerica reticolata a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi adatta per cavi senza rivestimento protettivo avente temperatura caratteristica di 90 °C per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
G18	Mescola isolante elastomerica reticolata a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi avente temperatura caratteristica di 90 °C per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
G29	Mescola isolante elastomerica a base siliconica per utilizzo nei cavi con tensione nominale $U_0/U$ uguale a 100/100 V secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).
S17	Mescola isolante a base di polivinilcloruro avente temperatura caratteristica di 70 °C per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
S18	Mescola isolante a base di polivinilcloruro avente temperatura caratteristica di 70 °C per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
T	Nastri di vetro micato
<b>SCHERMI</b>	
AC	conduttore concentrico d'alluminio, se non è una guaina metallica.
A1	guaina di alluminio corrugata
C	Conduttore concentrico di rame
H	Schermo di carta metallizzata o carta-carbone o nastro di alluminio
H1	Schermo a nastri o piattine o fili di rame
H2	Schermo a treccia o calza di rame

CONTINUA: Tabella 1

SIGLA	SIGNIFICATO
<b>FORMA DEI CAVI</b>	
-	Nessun simbolo: cavi unipolari
O	Anime, eventualmente con un proprio rivestimento, riunite con o senza riempitivi per formare un cavo praticamente rotondo
X	Due o più cavi unipolari riuniti a spirale visibile
D	Anime parallele per cavo piatto
<b>GUAINA</b>	
R16	Guaina termoplastica a base di polivinilcloruro per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
R18	Mescola di guaina a base di polivinilcloruro per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
M16	Guaina termoplastica, a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
M18	Guaina elastomerica a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)
<b>RIVESTIMENTI METALLICI</b>	
A	Guaina liscia di alluminio, oppure armatura a treccia (calza) metallica
F	Armatura a fili cilindrici, normalmente d'acciaio
N	Armatura a nastri, normalmente d'acciaio
Z	Armatura a piattine, normalmente d'acciaio



**Esempio 1**

**3x2,5 FG16OR16 0,6/1 kV:** Cavo per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità (G16), sotto guaina di PVC di qualità (R16), di forma rotonda (O) con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Cavo tripolare con conduttori flessibili - Tensione nominale U0/U 0,6/1kV.

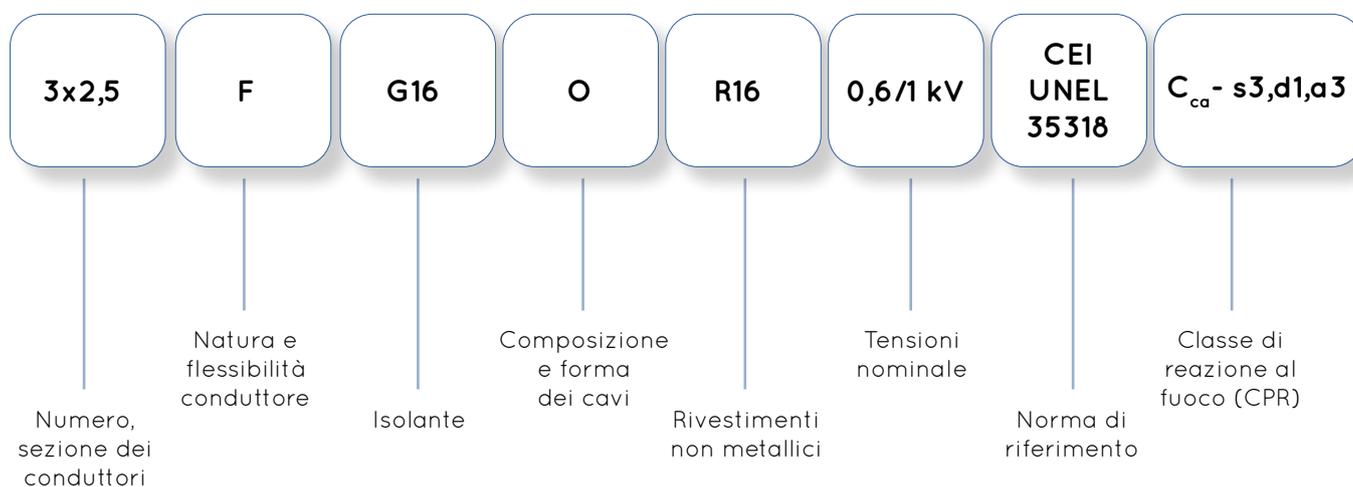
## Esempio 2

**3G2,5 UG16OM16 0,6/1 kV:** Cavo tripolare con conduttore di protezione con conduttori di rame rigido rotondo a filo unico (U), isolato con gomma etilenpropilenica per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (G16), di forma rotonda (O) e rivestito con guaina termoplastica a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione (M16), con tensione nominale 0,6/1 kV.

Nello schema di designazione sotto riportato, in accordo alla Norma CEI UNEL 35011, è indicata la sigla di identificazione completa del cavo dell'esempio 1.

## Esempio di designazione

Cavo tripolare, con conduttori di rame di sezione nominale 2,5 mm<sup>2</sup> a corda flessibile **(F)**, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo **HEPR** per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione **(G16)**, di forma rotonda **(O)** e rivestito con guaina termoplastica a base di polivinilcloruro per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione **(R16)** per utilizzo nei cavi secondo le classi di reazione al fuoco previste dal Regolamento Prodotti da Costruzione **(R16)**, tensione nominale **0,6/1 kV**





## Tabella 2

Sistema di designazione europeo in accordo con la Norma CEI 20-27 (CEI HD 361)

SIGLA	SIGNIFICATO
H	Cavo armonizzato europeo
-	Cavo non armonizzato
<b>TENSIONI</b>	
01	100/100 V
03	300/300 V
05	300/500 V
07	450/750 V
1	1000/1000 V (*)
<b>MESCOLE PER ISOLANTI E GUAINE</b>	
B	Gomma etilenpropilenica per una temperatura di funzionamento continuo di 90 °C
G	Etilene-vinilacetato
M	Minerale
N	Gomma policloroprenica (o materiale equivalente)
N2	Miscela speciale di policloroprene per il rivestimento di cavi per soldatrici
N4	Polietilene clorosulfonato
N8	Miscela speciale di policloroprene resistente all'acqua
Q	Poliuretano
R	Gomma di etilpropilene o elastomero sintetico equivalente per una temperatura di funzionamento continuo di 60 °C
S	Gomma siliconica

(\*) Al momento, la tensione nominale 1000/1000 V, caratterizzata dalla sigla di designazione "1", è limitata ai cavi fotovoltaici in accordo alla Norma CEI EN 50618.

SIGLA	SIGNIFICATO
V	Cloruro di polivinile (o PVC) ordinario
V2	Miscela di PVC per una temperatura di funzionamento continuo di 90 °C
V3	Miscela di PVC per cavi installati a bassa temperatura
V5	PVC ordinario (speciale) resistente all'olio
Z	Miscela reticolata a base di poliolefine che in caso di combustione emette una bassa quantità di fumo e gas non corrosivi
Z1	Miscela reticolata a base di poliolefine che in caso di combustione emette una bassa quantità di fumo e gas non corrosivi
Z2	Miscela termoplastica a base di poliolefine che in caso di combustione emette una bassa quantità di fumo e gas non corrosivi per cavi fotovoltaici
Z5	Miscela termoplastica EVM-1 che in caso di combustione emette una bassa quantità di gas non corrosivi per cavi di ricarica dei veicoli elettrici
Z6	Miscela termoplastica EVM-2 che in caso di combustione emette una bassa quantità di gas non corrosivi per cavi di ricarica dei veicoli elettrici
<b>RIVESTIMENTI METALLICI</b>	
C	Conduttore di rame concentrico
C4	Schermo di rame sotto forma di treccia sull'insieme delle anime
C7	Schermo a nastri di rame
<b>COSTRUZIONI SPECIALI</b>	
H	Cavi e anime piatti "divisibili", con o senza guaina
H2	Cavi piatti non "divisibili"
H6	Cavo piatto con tre o più anime, secondo la EN 50214
H7	Cavi con isolante a doppio strato applicato per estrusione
H8	Cordone estensibile
Conduttori	
-	Rame
A	Alluminio
<b>FORMA DEI CAVI</b>	
D	Conduttore flessibile per l'uso in cavi per saldatrici ad arco (flessibilità diversa dalla Classe 5 della EN 60228)
E	Conduttore flessibilissimo per l'uso in cavi per saldatrici ad arco (flessibilità diversa dalla Classe 6 della EN 60228)
F	Conduttore flessibile di un cavo flessibile per posa mobile (flessibilità secondo la Classe 5 della EN 60228)
H	Conduttore flessibilissimo di un cavo flessibile (flessibilità secondo la Classe 6 della EN 60228)
K	Conduttore flessibile di un cavo per installazione fisse (se non diversamente specificato, flessibilità secondo la Classe 5 della EN 60228)
R	Conduttore rigido, rotondo, a corda
U	Conduttore rigido, rotondo, a filo unico

Nel seguito sono riportati due esempi di designazione europea.

### Esempio 1

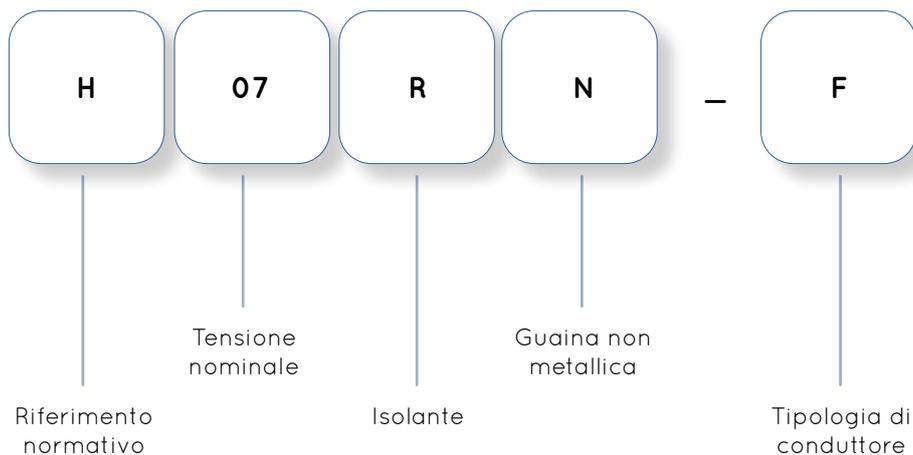
**H07RN-F:** Cavo armonizzato (H) per tensione 450/750 V (07) isolato in gomma (R) sotto guaina di policloroprene (N) - Conduttore flessibile di un cavo flessibile (F).

### Esempio 2

**H07BZ5-F:** Cavo armonizzato (H) di ricarica dei veicoli elettrici per tensione 450/750 V (07) con isolamento elastomerico senza alogeni EVI-2 (B) sotto guaina poliuretanicca EVM-1 (Z5) - Conduttore flessibile di un cavo flessibile (F)

Nello schema di designazione riportato di seguito, in accordo alla Norma CEI 20-27, è indicata la sigla di identificazione completa del cavo dell'esempio 1.

Cavo armonizzato **(H)**, con tensione nominale **450/750 V**,  
isolato con gomma etilenpropilenica ordinaria con una temperatura  
di esercizio di 60° C **(R)**, e rivestito con guaina di policloroprene **(N)**,  
con conduttore di rame a corda flessibile **(F)**

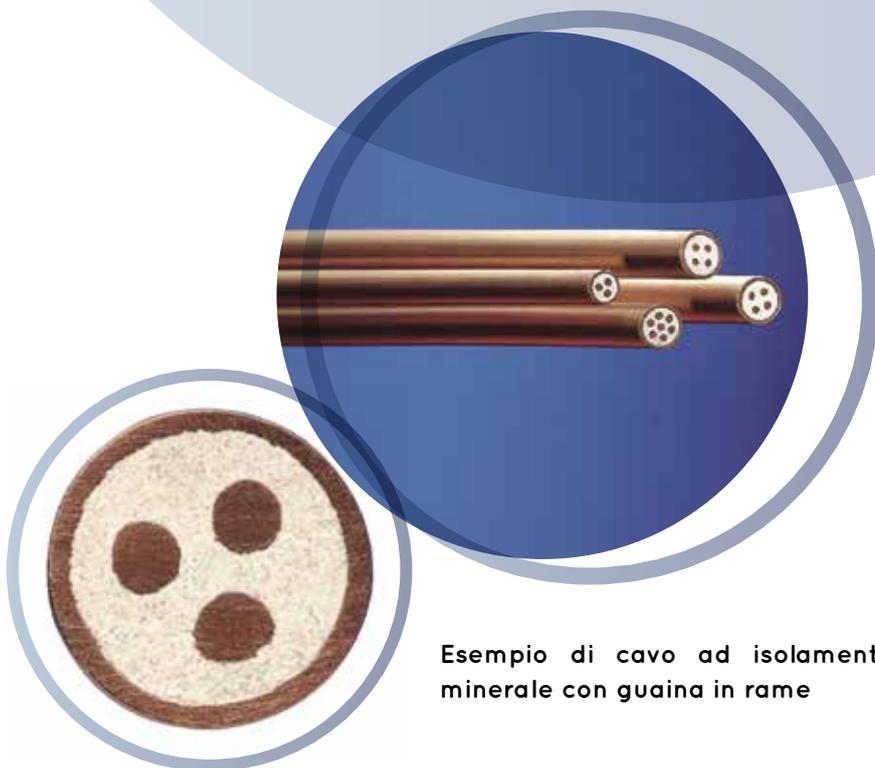


Nello schema sottostante è invece riportata la designazione di un cavo ad isolamento minerale, ricavata dalla Norma CEI 20-39.

### Esempio di cavo ad isolamento minerale:

**2L1,5:** Cavo ad isolamento minerale serie leggera 300/500 V 2 conduttori di sezione 1,5 mm<sup>2</sup>

**3H2,5:** Cavo ad isolamento minerale serie pesante 450/750 V 3 conduttori di sezione 2,5 mm<sup>2</sup>



**Esempio di cavo ad isolamento minerale con guaina in rame**

## 1.3 Distinzione dei cavi tramite colori

I cavi per energia di bassa tensione sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

### 1.3.1

#### **Colorazione delle anime**

La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) è la normativa che fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG16OM16, FG18OM16).

Nelle tabelle 3a e 3b, che riprendono integralmente il contenuto della Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) è stata riportata la sequenza dei colori utilizzata nei cavi composti, rispettivamente da 3, 4 e 5 anime (Tabella 3a) e da 2, 3, 4 e 5 anime (Tabella 3b).

## Tabella 3a

Cavi con conduttore di protezione giallo/verde

ANIME	NORMA CEI UNEL 00722				
3	 GV	 BLU	 MARRONE		
4	 GV	 MARRONE	 NERO	 GRIGIO	
4 (*)	 GV	 BLU	 MARRONE	 NERO	
5	 GV	 BLU	 MARRONE	 NERO	 GRIGIO

(\*) Solo per applicazioni particolari (per esempio in un cavo multipolare, in assenza del conduttore di neutro quando il conduttore di colore blu è utilizzato come conduttore di fase oppure per l'alimentazione di due punti luce con neutro comune).

## Tabella 3b

Cavi senza conduttore di protezione giallo/verde

ANIME	NORMA CEI UNEL 00722				
2	 BLU	 MARRONE			
3		 MARRONE	 NERO	 GRIGIO	
3 (*)	 BLU	 MARRONE	 NERO		
4	 BLU	 MARRONE	 NERO	 GRIGIO	
5	 BLU	 MARRONE	 NERO	 GRIGIO	 NERO

(\*) Solo per applicazioni particolari (per esempio in un cavo multipolare, in assenza del conduttore di neutro quando il conduttore di colore blu è utilizzato come conduttore di fase oppure per l'alimentazione di due punti luce con neutro comune).

Esempio di colorazione di un cavo pentapolare





**Esempio di colorazione di un cavo multipolare con più di 5 anime**

Per i tipi di cavi unipolari senza guaina con tensione 300/500 V, sono riconosciuti i seguenti monocolori: verde, nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, turchese, viola, bianco e giallo. Sono ammessi bicolori di qualsiasi combinazione dei sopra citati monocolori.

Per i tipi di cavo unipolari senza guaina con tensione 450/750 V sono riconosciuti i seguenti monocolori: nero, blu, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, turchese, viola e bianco. I bicolori non devono essere usati, ad eccezione della combinazione dei monocolori giallo e verde per il conduttore di protezione.

Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro ove presente.

Nei cavi unipolari con guaina, l'isolamento è generalmente di colore nero.

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725 (EN 50334). Questa marcatura consiste nel marcare l'iscrizione numerica con un colore contrastante rispetto all'isolante ed ogni anima del cavo con un numero progressivo.

L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo/Verde.

### **1.3.2**

#### **Colorazione delle guaine**

La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali, vedere Tabella 1 (es. FG16OR16, FS18OR18).

Nella seguente Tabella 4 sono indicati i colori delle guaine esterne dei cavi al fine di facilitare la distinzione tra cavi aventi differenti funzioni od appartenenti a differenti categorie di impianti elettrici.

## Tabella 4

Colori distintivi delle guaine

CATEGORIE (*)	TENSIONI DI RIFERIMENTO $U_0/U (U_m)$	NORMA CEI	CEI UNEL	ES. SIGLA DEL CAVO	COLORE	
	100/100 V	CEI 20-105	-	FTE29O(H)M16 FG29OM16 FTS29(O)HM16	Rosso, Viola	
	300/500 V	CEI 20-107/2-11	35720	FS18O(H)(H2)R18	Marrone	
	450/750 V		35722			
	0,6/1 (1,2) in c.a. e 1,8 kV in c.c.		CEI 20-13	35318	FG16O(H1)(H2)R16	Grigio(**)
				35320		
				35322		
				35330		
				35332		
				35394		
				35324	FG16O(H1)(H2)M16	Verde(**)
				35326		
				35328		
				35396		
			CEI 20-38	35312	FG18OM16/M18	Nero(**)
				35316		
			35314			
		CEI 20-45	-	FTG18OM16/M18	Blu(**)	
CATEGORIA II	1,8/3 (3,6) kV	CEI 20-13	-	(A)RG16H1(O)M20 (A)RG16H1(O)M16 (A)RG16H1(O)R16 (A)RG16H1(O)R12	Rosso	
	2,3/3 (3,6) kV					
	3,6/6 (7,2) kV					
	6/10(12) kV	CEI 20-13	35334	(A)RG26H1(O)M16		
	8,7/15(17,5) kV					
	12/20(24) kV					
	18/30(36) kV					

(\*) Classificazione dei sistemi in categorie secondo la loro tensione nominale (Norma CEI 64-8).

- sistemi di **Categoria 0** (zero): quelli a tensione nominale minore o uguale a 50 V se a corrente alternata o a 120 V se a corrente continua (non ondulata);
- sistemi di **Categoria I**: quelli a tensione nominale da oltre 50 V fino a 1 000 V compresi se a corrente alternata o da oltre 120 V fino a 1 500 V compresi se a corrente continua;
- sistemi di **Categoria II**: quelli a tensione nominale oltre 1 000 V se a corrente alternata o oltre 1 500 V se a corrente continua, fino a 35 000 V<sup>(1)</sup> compresi;
- sistemi di **Categoria III**: quelli a tensione nominale maggiore di 35 000 V.

(1) La Norma CEI 20-13 indica come tensione massima il valore di 36 000 V.

(\*\*) Il colore alternativo a quello indicato (par 1.4 della presente Norma) - per il tipo di cavo/Norma - deve essere scelto fra uno dei seguenti: nero, grigio, blu, verde.

I colori possono interessare l'intera massa del rivestimento protettivo o soltanto la superficie di esso, ma devono essere sicuramente riconoscibili. L'eventuale alterazione di colore della guaina, dovuta all'azione della luce, degli agenti atmosferici e delle sostanze che abitualmente si trovano nel terreno, non significa che sia pregiudicata la funzionalità del cavo. Le informazioni sui cavi a media tensione (MT) sono indicate a titolo informativo, in quanto non oggetto della presente guida divulgativa. Per informazioni sui cavi di MT si vedano le Norme CEI 20-13 "Cavi per energia isolati con mescola elastomerica con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali da U0/U 0,6/1 kV a U0/U 18/30 kV in c.a.", CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo" e la Guida CEI 20-89 "Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media e alta tensione e criteri generali di progettazione".

## 1.4 Contrassegni, marcature e marchi

### 1.4.1

#### Generalità

Sull'isolante o sulla guaina, i cavi per energia di bassa tensione devono portare una serie di indicazioni tecnico amministrative obbligatorie per rispondere alle prescrizioni normative e legislative.

Alcune di queste indicazioni (es. sigle di designazione) sono descritte nei precedenti capitoli, a cui si rimanda per tutti i dettagli, altre invece sono qui sotto riportate unitamente ad una sintetica descrizione esplicativa.

- a) Un'identificazione di origine composta dalla marcatura del nome del costruttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente) dal numero distintivo.
- b) La descrizione del prodotto con la sigla di designazione (es. FG16OR16).
- c) L'eventuale classe di reazione al fuoco, secondo CEI UNEL 35016.
- d) Marcatura CE secondo quanto previsto dai paragrafi 1.4.2 e 6.2.

Esempio di marcatura minima del cavo:

Produttore FG16OR16 0,6/1kV C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3

Inoltre i cavi possono anche essere marcati con i seguenti elementi:

- e) Marchi di certificazione volontaria.
- f) Anno di produzione (facoltativo).
- g) Informazioni richieste da altre norme relative al prodotto.
- h) Informazioni aggiuntive a discrezione del costruttore sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie (es. codice di tracciabilità).
- i) Marcatura metrica facoltativa (indicazione informativa e attendibile della lunghezza in metri).



\* Oppure altre informazioni possono essere marcate al fine di garantire la necessaria tracciabilità del prodotto.



## 1.4.2

### **Marcatura CE**

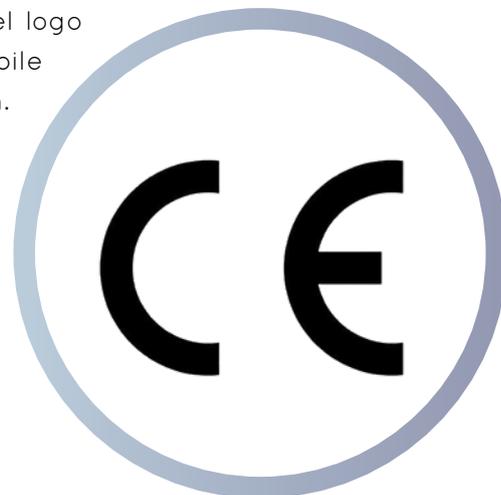
La Marcatura CE è un adempimento amministrativo che la Comunità Europea richiede al Fabbricante (o comunque al Responsabile dell'immissione in commercio del prodotto) a garanzia del rispetto dei requisiti essenziali della Direttiva di Bassa Tensione (LVD). Questa direttiva riguarda anche i cavi aventi tensione di esercizio compresa tra 50 e 1000 Volt in corrente alternata e fra 75 e 1500 Volt in corrente continua.

L'apposizione della Marcatura CE avviene sulla base della garanzia fornita dal Fabbricante o dal Responsabile dall'immissione in commercio del prodotto, mediante una semplice dichiarazione di conformità ai requisiti essenziali della Direttiva di Bassa Tensione.

Non si deve confondere la Marcatura CE con un marchio di qualità (es.: HAR, IMQ, EFP, ecc.): il marchio di qualità indica infatti la conformità ad una Norma Europea (HD oppure EN) o Nazionale (CEI oppure CEI UNEL) ed è garantita da un Ente di Parte Terza (per esempio: IMQ).

Secondo il Regolamento (CE) n. 765/2008, le dimensioni del logo CE non devono essere inferiori a 5 mm, per cui non è possibile applicarlo sui cavi se non con diametro maggiore di 12/13 mm.

Se il cavo fosse classificato CPR, la Marcatura CE è disciplinata dal Regolamento UE n. 305/2011 Prodotti da Costruzione (CPR): vedere il paragrafo 6.2.



**IEMMEQU** 

#### 1.4.3

##### **Marchio IMQ**

I Costruttori di cavi hanno ritenuto necessario che la verifica dei requisiti costruttivi e di prova dei cavi fosse garantita, sia pure su base volontaria, da un Ente di parte terza. In Italia tale organismo è IMQ, i cui laboratori di prova sono attrezzati per la verifica della rispondenza alle normative CEI, CENELEC e IEC.



#### 1.4.4

##### **Marchio IMQ EFP**

Per semplificare la scelta e garantire sicurezza e qualità dei propri prodotti, i produttori di cavi hanno voluto dotarsi di un ulteriore marchio di qualità, in aggiunta a quanto riportato al paragrafo 1.4.3, sempre su base volontaria, denominato Euro Fire Performance (EFP), rilasciato da IMQ, il quale indica che il prodotto, oltre a superare le prove di reazione al fuoco previste dal Regolamento CPR (es. norma EN 50399) garantite dalla marcatura CE, assicura anche la conformità ai requisiti di sicurezza elettrica, meccanica, fisica secondo le relative norme costruttive. Tale marchio si applica oggi alla maggior parte dei cavi energia per bassa tensione.

◁ **HAR** ▷

#### 1.4.5

##### **Marchio HAR**

Per i cavi conformi alle norme CEI CENELEC armonizzate (es. CEI EN 50525 (CEI 20-107), CEI EN 60702 (CEI 20-39)), IMQ rilascia l'uso del contrassegno armonizzato HAR ai costruttori italiani.

Il marchio HAR viene riconosciuto conforme alle norme nazionali nei seguenti paesi: Austria, Belgio, Francia, Germania, Grecia, Regno Unito, Italia, Polonia, Repubblica Ceca, Olanda, Portogallo, Spagna, Svezia, Turchia e Ungheria, senza ulteriori formalità né tecniche, né amministrative.

## 1.5 Imballo

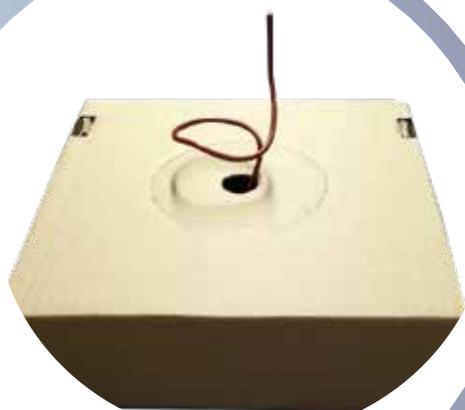
I cavi energia per bassa tensione vengono normalmente forniti dal costruttore su bobine, matasse, scatole o fusti.



**BOBINE**



**MATASSE**



**SCATOLE**

**FUSTI**



L'imballo deve portare esternamente una targa o etichetta o iscrizione indelebile, dalla quale risultino individuabili i seguenti dati:

- a. Nome o marchio del fabbricante;
- b. Designazione del cavo (sezione, tensione, ecc.), per mezzo di sigle normalizzate;
- c. Indicazione del numero della eventuale Norma CEI o CEI-UNEL cui il cavo corrisponde;
- d. Lunghezza effettiva della pezzatura;
- e. Marchi di certificazione volontaria;
- f. Marcatura CE, in conformità alle direttive applicabili.

L'imballo è normalmente etichettato in modo tale da identificare il tipo e la sezione del cavo.

## ESEMPIO DI ETICETTATURA



## 1.6 Stoccaggio

I cavi non destinati ad essere installati in ambiente esterno devono essere immagazzinati all'interno in ambienti asciutti. Tutti i cavi adatti e destinati ad essere stoccati all'esterno devono avere le estremità sigillate in modo da evitare la penetrazione di umidità.

Durante lo stoccaggio, si deve tener conto delle temperature raccomandate indicate nelle norme di riferimento o nelle guide all'uso (CEI 20-40/2-1 e CEI 20-67).

## 1.7 Movimentazione/trasporto

Durante la movimentazione o il trasporto si deve prestare attenzione a minimizzare qualsiasi sollecitazione meccanica, in particolare le vibrazioni, gli impatti, gli urti, le piegature e le torsioni.

Se la temperatura del cavo scende al di sotto della temperatura di installazione minima o se supera la temperatura di stoccaggio massima raccomandate nelle norme di riferimento o nelle guide all'uso CEI, allora si devono prendere precauzioni supplementari poiché aumenta la possibilità di danneggiamento del cavo. Ulteriori consigli possono essere ottenuti dal costruttore del cavo.

Si devono prendere precauzioni appropriate per assicurare una movimentazione sicura del cavo in bobina/matasse al fine di non danneggiare il cavo o causare pericolo per le persone. Relativamente alle necessarie indicazioni sul corretto modo di eseguire la movimentazione, il trasporto e lo stoccaggio delle bobine con cavo, fare riferimento alla Guida CEI 20-92 "Guida per la movimentazione ed il deposito delle bobine in legno per cavi elettrici".

I cavi devono essere sempre mantenuti sulle bobine durante lo stoccaggio e l'installazione. Anche durante il trasporto, le bobine, se possibile, devono essere mantenute con l'asse in posizione orizzontale.

Limitatamente a brevi distanze e su terreni piani e privi di ostacoli, le bobine possono essere ruotate a mano, avendo cura di eseguire tale operazione nella direzione mostrata dalla freccia riportata sulle flange (vedi Figura 1.7a). Procedendo nel verso opposto, infatti, si provoca l'allentamento degli strati interni di cavo.

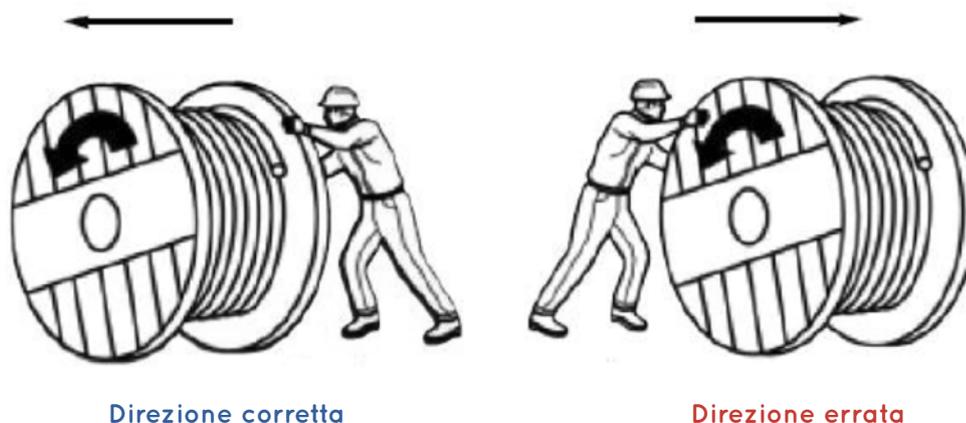


Figura 1.7a: Esempi di corretto ed errato rotolamento delle bobine

Per il carico e lo scarico delle bobine è necessario l'uso di idonee attrezzature quali:

- **Carrelli elevatori a forche;**
- **Gru.**

Il corretto posizionamento delle bobine è illustrato in Figura 1.7b.

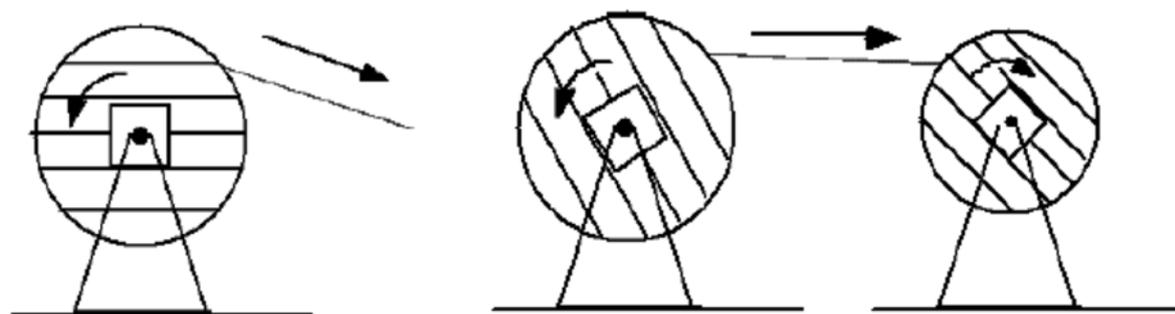


**Figura 1.7b** - Esempi di corretta movimentazione mediante carrello elevatore e gru



**Figura 1.7c** - Esempi di movimentazione delle bobine da evitare

Infine, con riferimento alle operazioni di avvolgimento e svolgimento dei cavi su e da una bobina, la Figura 1.7d riporta le corrette modalità operative mentre la Figura 1.7e le modalità da evitare.



**Figura 1.7d** - Corrette modalità di svolgimento e avvolgimento.



**Figura 1.7e** - Modalità di svolgimento e riavvolgimento da evitare.

## 2. SCELTA E INSTALLAZIONE DEI CAVI

Questo capitolo tratta della scelta e della installazione dei cavi elettrici di energia di bassa tensione. Sono messe in evidenza le procedure che devono essere attuate per una corretta scelta e installazione dei cavi, nota la tensione di esercizio: progettazione, dimensionamento delle condutture, portate delle stesse.

### 2.1 Generalità

La progettazione di una conduttura richiede il calcolo della corrente di impiego ( $I_B$ ) e la scelta del tipo di conduttura in funzione dell'ambiente (ad esempio posa interna o esterna), in funzione delle sollecitazioni esterne (ad esempio temperatura ambiente, urti, presenza di acqua, ecc.) e della caduta di tensione e del coordinamento delle protezioni contro il sovraccarico e il cortocircuito come risulta dal diagramma di flusso 2.1a.

#### DIAGRAMMA DI FLUSSO 2.1a

##### DIMENSIONAMENTO DI UNA CONDUTTURA

Se la caduta di tensione risulta superiore a quella stabilita si deve aumentare la sezione.

Determinare  $I_B$

Scegliere il dispositivo di protezione  $I_n$  e ricercare ( $I^2t$ )

Determinare la sezione sulla base di  $I_z$

Verificare la caduta di tensione

Verificare le protezioni contro

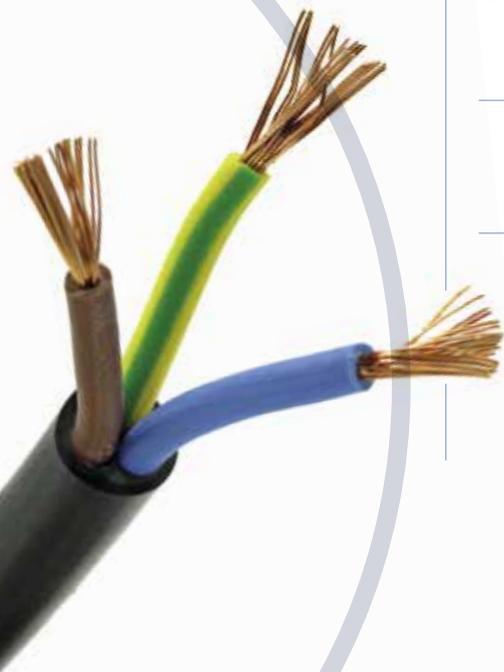
*Il sovraccarico*

$$I_B \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_z$$

*Il corto circuito*

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

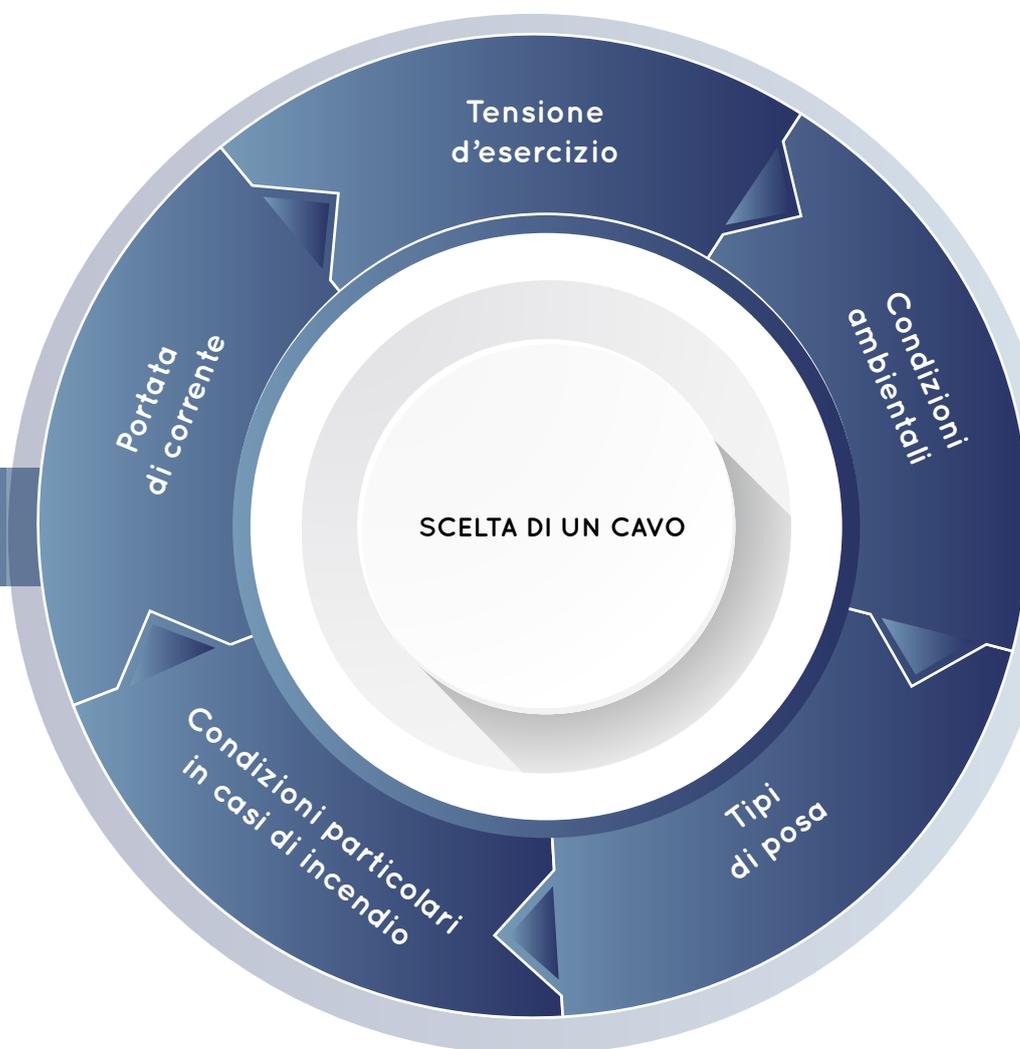
Se le condizioni non sono verificate, sostituire il dispositivo di protezione oppure aumentare la sezione del conduttore



Di seguito verranno esaminati i problemi relativi alla scelta della conduttura con particolare riferimento a quella formata da cavi con guaina, evitando di entrare nel merito della determinazione della corrente di impiego IB e della caduta di tensione e del coordinamento delle protezioni.

La scelta del cavo per una determinata installazione/posa deve essere effettuata tenendo sostanzialmente in considerazione i seguenti parametri (diagramma 2.1b).

**DIAGRAMMA 2.1b**



## 2.2 Tensione di esercizio e Tensione nominale

Per la scelta della tensione nominale di isolamento di un cavo da utilizzare in un sistema elettrico in relazione alla tensione presente nello stesso si devono tenere in considerazione numerosi parametri come, per esempio, caratteristiche del sistema (monofase, trifase), frequenza, tensione nominale, tensione massima del sistema (vedere la Norma CEI 64-8/2).



Ogni cavo elettrico, sia che esso sia di bassa, media o alta tensione, è caratterizzato da 3 differenti tensioni:

$U_0$  = tensione nominale d'isolamento a frequenza industriale, in kV efficaci, fra un conduttore isolato qualsiasi e la terra;

$U$  = tensione nominale di isolamento a frequenza industriale, in kV efficaci, fra due conduttori isolati qualsiasi nel cavo;

$U_m$  = tensione massima concatenata che può verificarsi nel sistema alla frequenza di esercizio tra due conduttori di fasi diverse.

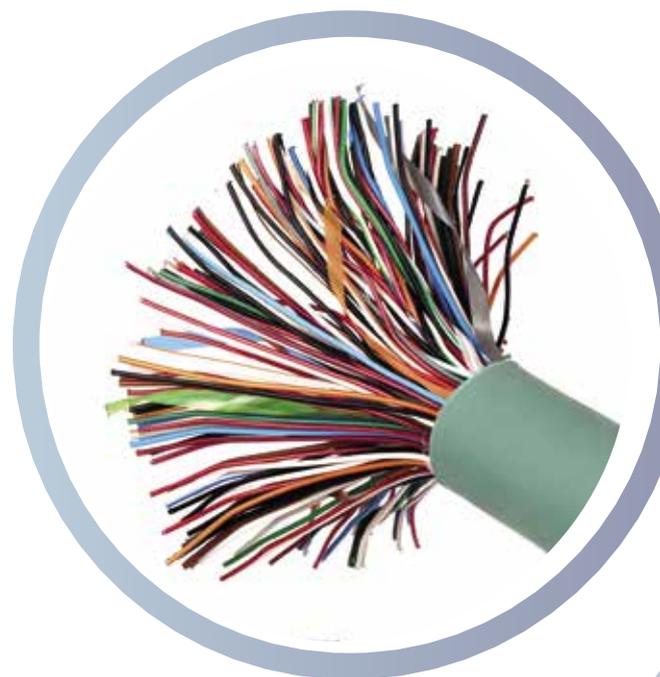
La tensione può raggiungere il valore  $U_m$  in qualunque momento e in qualunque punto del sistema in condizioni regolari di esercizio, non tenendo conto di variazioni temporanee della tensione come, ad esempio, quelle dovute a guasti o a bruschi distacchi di carichi importanti. Di conseguenza,  $U_m$  è la tensione massima di utilizzo del cavo.

Per designare un cavo sotto l'aspetto dell'isolamento, si devono dichiarare almeno le tensioni  $U_0$  ed  $U$  (per es. 450/750 V oppure 0,6/1 kV).

**I cavi per energia di bassa tensione sono caratterizzati dai seguenti livelli di tensione:**

TENSIONE NOMINALE $U_0/U$	SIGLA DI DESIGNAZIONE
100/100 V	01
300/300 V	03
300/500 V	05
450/750 V	07
600/1000 V	-
1000/1000 V	1 (*)

(\*) Al momento, la tensione nominale 1000/1000 V, caratterizzata dalla sigla di designazione "1", è limitata ai cavi fotovoltaici in accordo alla Norma CEI EN 50618.



## 2.3 Portate di corrente

Il calcolo delle portate, sia per cavi con conduttori in rame che con conduttori in alluminio, si basa utilizzando soprattutto le norme CEI UNEL ed in particolare le Norme CEI UNEL 35024-1, 35024-2 e 35026 per i casi più frequenti. Per casi particolari si rimanda alla Norma CEI 20-21 “Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente”.

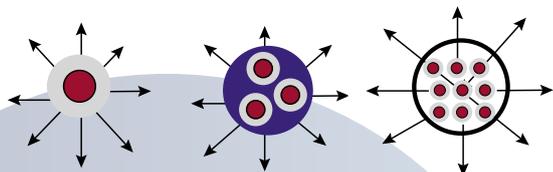
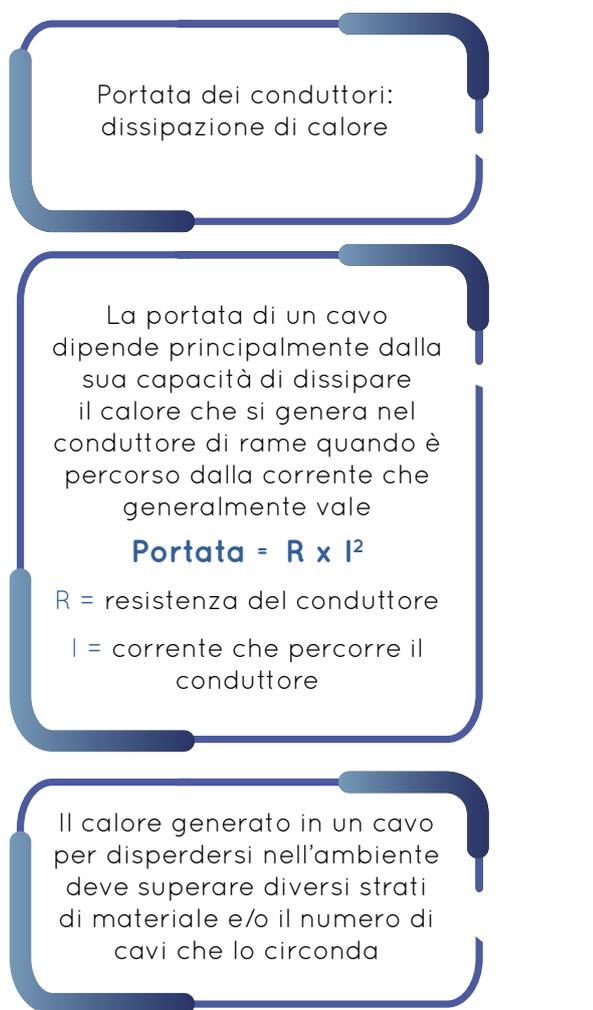
La portata di un cavo dipende principalmente dalla sua capacità di dissipare il calore che si genera per effetto joule quando è percorso dalla corrente.

La sezione di ciascun conduttore del cavo deve essere tale che la sua portata di corrente non sia inferiore alla corrente massima di impiego che normalmente lo attraversa.

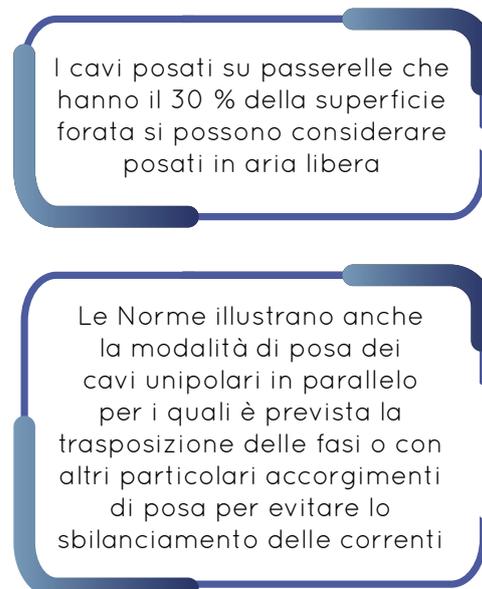
La temperatura limite a cui si riferisce la portata di corrente di un cavo non deve superare quella adeguata al tipo di isolamento.

Nelle **figure 1 e 2** si forniscono indicazioni su come determinare la portata di un cavo tenendo conto del calore sviluppato nella condizione di posa scelta.

**FIGURA 1**

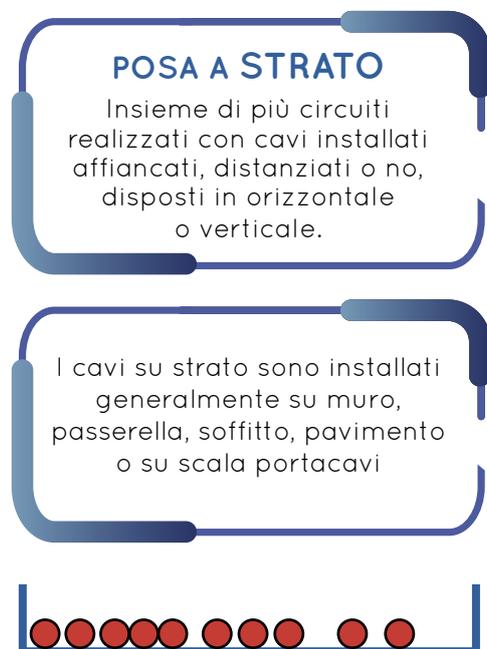


**FIGURA 2**

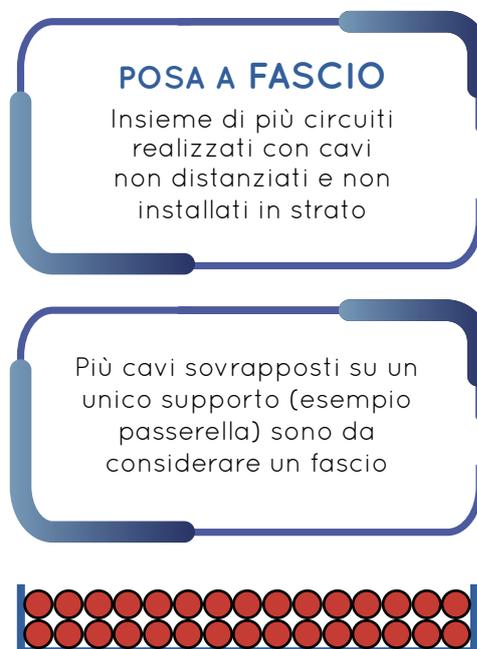


Si riportano nelle **figure 3 e 4** alcune indicazioni che riguardano la posa e che hanno un notevole importanza nella portata dei cavi.

**FIGURA 3**



**FIGURA 4**



Le **figure 5 e 6** schematizzano la procedura per il calcolo della portata in una determinata condizione di posa.

**FIGURA 5**

### CALCOLO DELLA PORTATA $I_z$ (A) DI UN CAVO IN UNA DETERMINATA CONDIZIONE DI INSTALLAZIONE

Si ricava applicando la seguente formula:

$$I_z = I_0 * k_1 * k_2$$

**Dove:**

$I_0$  = portata in aria a 30 °C relativa al metodo di installazione previsto, ricavata dalla Tabella I e II della Norma CEI UNEL 35024/1

$k_1$  = fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30 °C (Tabella III della Norma CEI UNEL 35024/1)

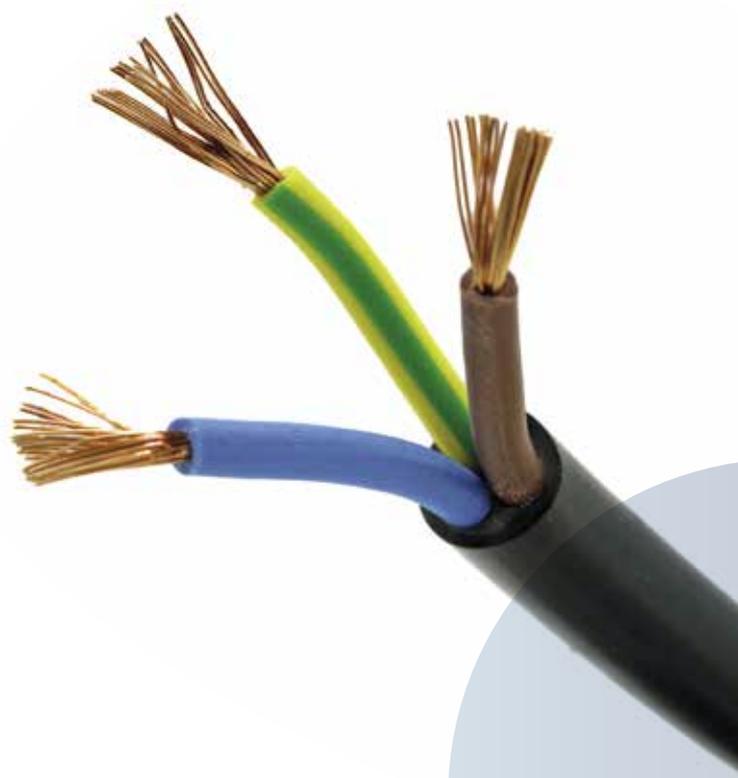
$k_2$  = fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato (Tabella IV, V o VI della Norma CEI UNEL 35024/1).

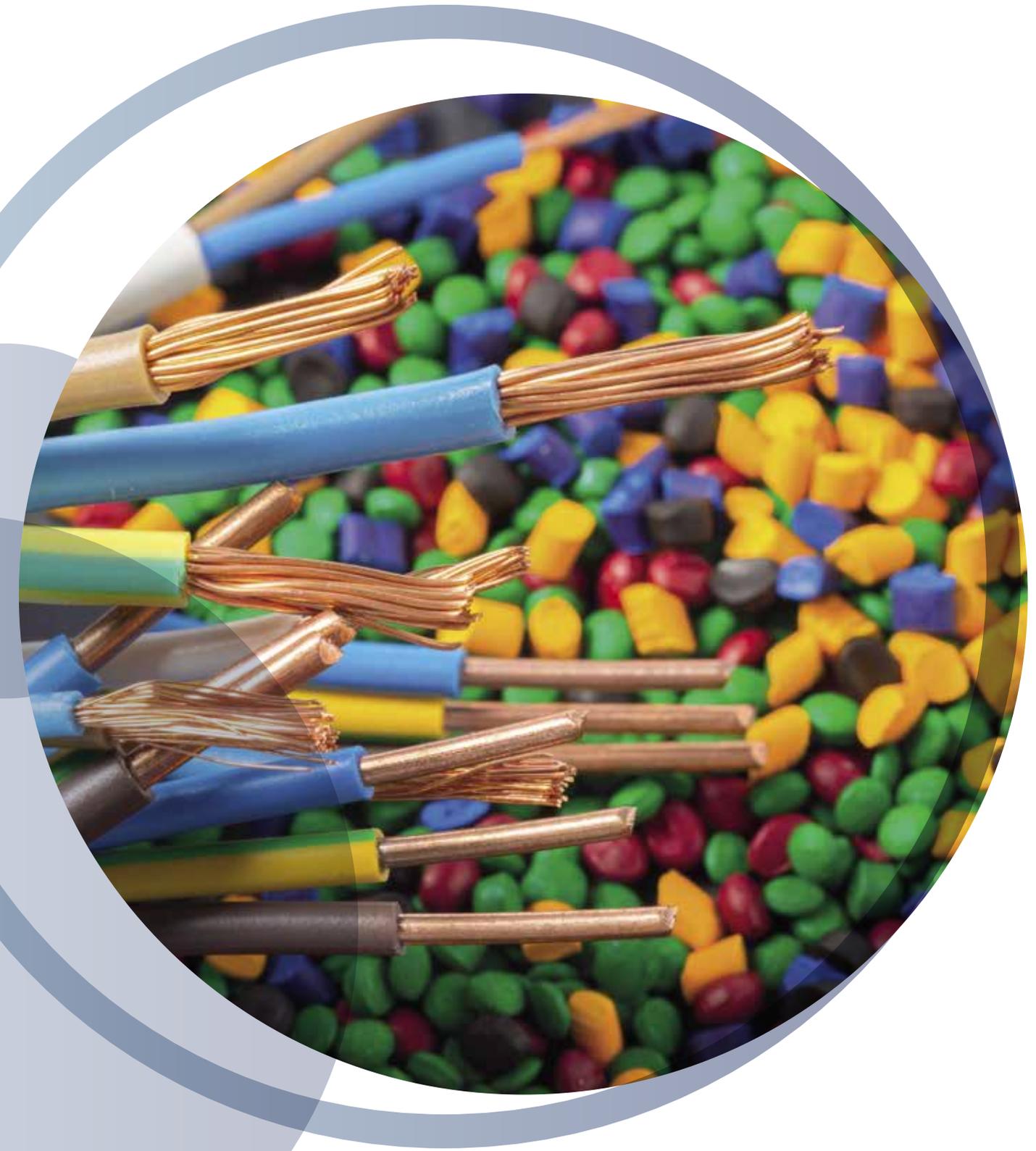
Nel caso di cavi in alluminio, la portata del cavo si ottiene moltiplicando per 0,78 la portata del cavo con conduttori di rame di pari sezione nominale.





FIGURA 6





# 3. CONDIZIONI AMBIENTALI

Scopo del presente capitolo è quello di fornire alcune regole ed avvertenze per una corretta scelta ed installazione dei cavi BT in relazione alle condizioni ambientali.

**In funzione del tipo di ambiente deve essere selezionato il cavo che per tipologia sia adatto allo scopo. Le condizioni ambientali sotto citate (Norma CEI 64-8/5, Guida CEI 20-40, Guida CEI 20-67) rappresentano un ampio spettro di scelta: tuttavia altri tipi di condizioni possono verificarsi. In questo caso è opportuno chiedere direttamente al costruttore l'idoneità di un determinato tipo di cavo per il tipo di installazione.**

## 3.1 Esposizione all'acqua

Normalmente i cavi elettrici per bassa tensione non sono adatti alla posa in acqua, ma quando si può verificare la condensa o la penetrazione di acqua nei tubi dove i cavi sono posati questa deve essere eliminata mediante adatti accorgimenti di installazione o adatti dispositivi di drenaggio in modo tale che i cavi non rimangano permanentemente immersi. Per es. la penetrazione dell'acqua può essere prevenuta con opportuna inclinazione del tratto finale dei tubi o con sigillatura dello spazio libero tra i cavi e le pareti interne dei tubi o dei condotti. L'acqua può essere assorbita dagli isolanti e può produrre rigonfiamenti del materiale isolante, ridurre notevolmente il grado di isolamento e, se unita a sporcizia, può comportare corrosioni e/o elettrolisi. La presenza di forte umidità unitamente a variazioni di temperatura porta alla formazione di condense molto dannose per i componenti elettrici. La ruggine può essere causa di corrosioni.

Le condizioni di esposizione all'acqua richiamate dalla Norma CEI 64-8/5, dalla Guida CEI 20-40 e dalla Guida CEI 20-67, sono:

CODICE	CLASSE DI DESIGNAZIONE	APPLICAZIONI ED ESEMPI
AD1	Trascurabile	La probabilità di presenza d'acqua è trascurabile
AD2	Caduta verticale di gocce d'acqua	Probabile caduta in verticale di gocce
AD3	Protetto contro la pioggia	Probabile presenza di spruzzi d'acqua con un angolo di 60° con l'asse verticale
AD4	Protetto contro gli spruzzi d'acqua	Probabilità di schizzi d'acqua da tutte le direzioni
AD5	Protetto contro i getti d'acqua	Probabilità di getti d'acqua da tutte le direzioni
AD6	Onde	Probabilità di onde d'acqua
AD7	Immersione temporanea	Probabilità di copertura intermittente parziale o totale da parte dell'acqua
AD8	Immersione continua	Possibilità di immersione permanente e totale nell'acqua

La AD7 è la condizione limite di esposizione all'acqua per la posa interrata dei cavi.

## 3.2 Esposizione ad ambiente corrosivo o inquinato

Le condizioni di esposizione ad ambiente corrosivo o inquinato richiamate dalla Norma CEI 64-8/5, dalla Guida CEI 20-40 e dalla Guida CEI 20-67, sono:

CODICE	CLASSE DI DESIGNAZIONE	APPLICAZIONI ED ESEMPI
<b>AF2</b>	Atmosferiche	
<b>AF3</b>	Intermittenti o accidentali	Soggetto in maniera intermittente o accidentale a sostanze corrosive o contaminanti usate o prodotte.
<b>AF4</b>	Continuative	
<b>AG2</b>	Severità media	Urti/Sollecitazioni meccaniche. Apparecchiatura industriale normale.

Nel caso di installazione in ambiente classificato AF2, AF3 e AF4, deve essere prestata particolare attenzione alla scelta dei materiali di guaina dei cavi.

I cavi provvisti di guaina protettiva sono intrinsecamente resistenti nei confronti di molte sostanze corrosive od inquinanti e, su specifica formulazione, anche a solventi. Deve essere comunque dedicata particolare attenzione nella scelta dei cavi per installazione in terra in aree petrolchimiche (es.: raffinerie) contaminate da idrocarburi che possono provocare il rigonfiamento delle guaine (di normale PVC) indebolendole meccanicamente; in tali circostanze la capacità di tali sostanze di aggredire i materiali costituenti la guaina e l'isolamento suggerisce l'impiego di una barriera metallica (guaina di piombo) applicata sotto la guaina (solitamente di PVC) stessa, per salvaguardare almeno la funzionalità elettrica del cavo o in alternativa guaine opportunamente additivate in maniera da essere caratterizzate da una maggiore resistenza a tali sostanze corrosive. Si evidenzia che non sono attualmente presenti cavi di bassa tensione normalizzati con guaina di piombo.

La presenza di gas, nebbie, e vapori, ad esempio sali marini, cloro, acidi, ossidi, ammoniaca, ozono, ecc., determina condizioni di corrosione in particolare se in presenza di umidità relativa superiore al 60% e calore, con conseguenti riduzioni della resistenza superficiale degli isolanti, possibile ossidazione del rame e possibile aumento della resistenza nei punti di contatto.

La casistica sull'argomento è talmente variegata (tipologia di sostanze e loro concentrazione) da raccomandare la richiesta di parere del costruttore a fronte di particolari situazioni specifiche.

## 3.3 Esposizione alla presenza di flora

Nel caso di prevedibile presenza di flora (AK2 - Rischio di danni da parte della flora e/o muffa) i cavi devono essere scelti e installati in modo da ridurre al minimo la possibilità di danneggiamento. In particolare, ci si deve premunire dagli effetti meccanici dovuti allo sviluppo di radici, dagli effetti coibentanti termici dovuti a depositi o ricoprimenti vegetali, nonché dagli effetti corrosivi degli umori vegetali.



### 3.4 Esposizione alla presenza di fauna

Nel caso di prevedibile presenza di fauna (AL2 - Rischio di danni da parte della fauna, come insetti, uccelli, piccoli animali) i cavi devono essere scelti e installati in modo da ridurre al minimo la possibilità di danneggiamento.

Se è prevedibile la presenza di roditori o di termiti, i cavi devono essere protetti da un rivestimento metallico (es. armatura metallica) o da un rivestimento di materiale resistente al loro attacco.

### 3.5 Esposizione in ambienti ad alta temperatura

I cavi non devono essere installati negli ambienti in cui la temperatura possa eccedere la massima temperatura di servizio dei cavi indicata nelle rispettive Norme di prodotto.

Le connessioni (morsetti di motori, interruttori ecc.) alle apparecchiature non devono raggiungere, nelle condizioni di esercizio previste, temperature superiori a quelle ammissibili per il cavo utilizzato.

Qualora ciò non sia tecnicamente possibile, il cavo deve essere scelto in modo diverso (aumento della sezione, scelta di un isolante adatto per temperature più elevate), oppure l'isolamento del cavo all'estremità deve essere protetto, per una lunghezza sufficiente, con materiali isolanti adatti a resistere alla temperatura prevista.

**Il calore può essere trasmesso per irraggiamento, convezione o conduzione da:**

- tubazioni di distribuzione d'acqua calda;
- apparecchi di illuminazione ed altri componenti dell'impianto elettrico;
- processi di fabbricazione;
- azione diretta del sole o del mezzo circostante;
- trasmissione da parte di materiali conduttori del calore.

**Gli effetti sui componenti elettrici delle sorgenti di calore sono:**

- invecchiamento accelerato dei materiali isolanti, in particolare elastomerici, termoplastici e termoindurenti, con riduzione delle caratteristiche meccaniche ed elettriche con effetti di rammollimento, fusione, sublimazione, fessurazioni, ossidazioni e carbonizzazione dell'isolante, riduzione della viscosità ed eventualmente anche evaporazione;
- riscaldamento degli apparecchi con riduzione dello smaltimento del calore prodotto nell'esercizio;
- dilatazione delle parti metalliche del componente, sollecitazioni sui sostegni isolanti.

### 3.6 Esposizione in ambienti a bassa temperatura

L'esposizione dei cavi in condizioni statiche in ambienti a bassa temperatura riguarda, in pratica, solo il caso dell'installazione in aria, poiché nei climi temperati la temperatura del terreno, anche nelle più sfavorevoli condizioni invernali, non raggiunge mai valori critici per gli isolanti e i rivestimenti protettivi dei cavi oggetto della presente Guida, salvo casi e situazioni particolari che dovranno essere valutati.

In condizioni statiche e in assenza di un carico elettrico e meccanico apprezzabile, isolanti e rivestimenti protettivi non metallici dei cavi sono soggetti, alle basse temperature, alle sollecitazioni derivanti dalla loro stessa contrazione; in queste condizioni le caratteristiche meccaniche (carico e allungamento a rottura) subiscono, in generale, una riduzione.

Le attuali Norme sui cavi non prevedono una prova di verifica della stabilità di tali componenti, in condizioni statiche, alle basse temperature. Si raccomanda pertanto, per quanto riguarda i cavi nazionali, di attenersi ai seguenti limiti prudenziali:

**Cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G16 e guaina in materiale termoplastico di qualità R16 e M16: - 15 °C;**

---

**cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G18 e guaina in materiale termoplastico di qualità M16: - 15 °C;**

---

**cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G18 e guaina in materiale elastomerico di qualità M18: - 40 °C;**

---

**cavi con isolamento in materiale a base di polivinilcloruro di qualità S17: - 10 °C;**

---

**cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G17: - 30 °C;**

---

**cavi con isolamento in materiale a base di polivinilcloruro di qualità S18 e guaina in materiale a base di polivinilcloruro di qualità R18: -15 °C.**

---

pur potendosi ritenere che tali limiti, su conforme parere del Costruttore, possano venir superati.

Per quanto riguarda le temperature minime dei cavi armonizzati, si deve fare riferimento alla Guida CEI 20-40.

#### **Suggerimento:**

**La temperatura minima di utilizzo dei cavi dopo posa può essere inferiore di 15°C alla temperatura minima di trasporto, installazione e movimentazione per tutte le tipologie di cavo purché non vi siano sollecitazioni meccaniche gravose (es. vibrazione).**



### La bassa temperatura può produrre:

screpolatura e/o fessurazioni dei materiali isolanti;

aumento della viscosità dei lubrificanti;

formazione di ghiaccio con conseguente aumento del peso;

perdita o decadimento delle caratteristiche meccaniche (resistenza meccanica, fragilità);

contrazioni delle parti metalliche del componente con sollecitazioni sui sostegni isolanti.

## 3.7 Esposizione alle radiazioni solari, a radiazioni ionizzanti, all'ozono o a correnti vaganti

Le condizioni di esposizione alle radiazioni solari, alle influenze elettromagnetiche, elettrostatiche e ionizzanti sono richiamate dalla nella Norma CEI 64-8/5, dalla Guida CEI 20-40 e dalla Guida CEI 20-67.

<b>AM2</b>	Effetti dannosi da correnti vaganti
<b>AM4</b>	Effetti dannosi a causa della presenza di radiazioni ionizzanti.
<b>AN2</b>	Effetti dannosi a causa di radiazioni solari di intensità compresa tra 500 e 700 W/m <sup>2</sup>

**NOTA:** come da Norma CEI 64-8/5, la condizione AM2 prevede tre sottolivelli AM2-1, AM2-2,AM2-3.



In prossimità di tranvie o ferrovie, i cavi con rivestimenti metallici esposti alla prevedibile presenza di correnti vaganti, in particolare cavi interrati, devono essere protetti con opportuni accorgimenti, quale per es. la protezione catodica dei rivestimenti metallici.

- a) Nel caso di cavi installati in aria con esposizione alla luce solare del tipo AN2 sono possibili effetti dannosi che deteriorano la guaina (fessurazioni) e quindi l'isolamento stesso del cavo. L'energia solare, inoltre, porta ad un riscaldamento della superficie del cavo del quale bisogna tenere conto nel calcolo della portata della conduttura, che viene sensibilmente ridotta.

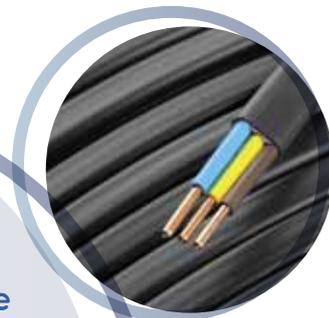
Per ovviare al problema delle screpolature spesso i cavi per esterno hanno una guaina di colore nero che possiede una migliore resistenza alle radiazioni solari.

L'irraggiamento solare specialmente se diretto, oltre a determinare una sensibile perdita di portata, influenza la scelta del materiale della guaina e della sua colorazione a causa della sua componente ultravioletta.

Si ricorda che non necessariamente la perdita di colorazione della guaina dovuta all'irraggiamento solare implica la perdita di caratteristiche meccaniche ed elettriche.

- b) I cavi esposti alla presenza di radiazioni ionizzanti del tipo AM4 devono essere isolati e rivestiti con materiali adatti a sopportare le dosi di radiazioni prevedibili per evitare screpolature o fessurazioni dei materiali di isolamento e guaina.
- c) I cavi esposti alla presenza di ozono del tipo AM2 devono essere isolati e rivestiti con materiali aventi sufficiente resistenza all'ozono quali, per esempio, le mescole a base di polivinilcloruro, di gomma etilenpropilenica.

**Gli accorgimenti descritti nei paragrafi dedicati all'esposizione alla presenza di fauna, flora, alte e basse temperature e radiazioni solari, a radiazioni ionizzanti, all'ozono o a correnti vaganti non sono applicabili - per via della loro costruzione - ai cavi con isolamento minerale.**



## 4. CONDIZIONI D'INSTALLAZIONE

Per garantire una corretta installazione dei cavi energia BT, si dovranno tenere in considerazione parametri come il raggio di curvatura, lo sforzo di tiro, la compressione, la torsione e la temperatura di installazione.

Bisogna inoltre tenere conto che i cavi possono essere soggetti a sollecitazioni meccaniche (abrasioni, schiacciamenti, rotture, tagli ed altri danneggiamenti) in prossimità di:

- **zone soggette a passaggio di persone, a movimentazione di carichi;**
- **zone di transito di mezzi di trasporto;**
- **deposito di materiali metallici che possono interferire con i componenti elettrici;**

I cavi non devono essere assoggettati a sforzo di trazione eccessivo, schiacciamento, abrasione, torsione e attorcigliamento, in particolare all'entrata nell'apparecchio alimentato e nel punto di collegamento al cablaggio fisso. Essi non devono essere danneggiati dai dispositivi di fissaggio o di scarico degli sforzi a trazione.

I cavi non devono essere posati sotto tappeti o altre coperture del pavimento ove esiste un rischio di isolamento termico, che possa provocare un eccessivo aumento di temperatura oppure un rischio di danneggiamento provocato dall'appoggio sui cavi stessi di mobili o apparecchi o dal passaggio di traffico.

### 4.1 Temperature di posa

Durante le operazioni di posa dei cavi la loro temperatura per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a:

- **cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G16 e guaina in materiale termoplastico di qualità R16 e M16: 0 °C;**
- **cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G18 e guaina in materiale termoplastico di qualità M16: 0 °C;**
- **cavi con isolamento in materiale elastomerico di qualità G18 e guaina in materiale elastomerico di qualità M18: -25 °C.**

**NOTA:** I limiti qui sopra riportati sono da riferirsi alle temperature del cavo stesso e non a quelle dell'ambiente. Si deve tener presente che i cavi avvolti su bobina seguono con molto ritardo le variazioni della temperatura ambientale.

## 4.2 Sforzo di tiro

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non devono essere applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori.

Lo sforzo di tiro applicato ad un cavo con conduttore in rame o alluminio non deve superare i valori forniti dalle norme o dal costruttore, indicativamente fissati secondo quanto riportato:

- **60 N/mm<sup>2</sup> durante l'installazione per conduttori di rame;**
- **50 N/mm<sup>2</sup> durante l'installazione per conduttori di alluminio;**
- **18 N/mm<sup>2</sup> in caso di sollecitazione statica in servizio per conduttori di rame;**
- **15 N/mm<sup>2</sup> in caso di sollecitazione statica in servizio per conduttori di alluminio.**

Durante l'installazione si deve impedire che, quando tirato, il cavo giri sul proprio asse.

## 4.3 Raggi di curvatura

La curvatura deve essere tale da non provocare alcun danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa, se non altrimenti specificato dalle norme particolari o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere inferiori ai seguenti valori dove D è il diametro esterno del cavo.

<b>Cavi SENZA protezione meccanica</b>	<b>Cavi CON protezione meccanica</b>	<b>Cavi ad isolamento minerale</b>
Cavi con conduttori di classe 1 e 2: 6D  Cavi segnalamento e comandi con conduttore di classe 5: 6D  Cavi per energia con conduttori di classe 5: 4D	Cavi con schermatura: 8D  Cavi con armatura e cavi a Norma CEI 20-45: 14D	Cavi con $D < 12$ : 3D  Cavi con $12 < D < 15$ : 4D  Cavi con $15 < D < 25$ : 6D  Cavi con $D > 25$ : 12 D

Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro.

## 4.4 Compressione

Un'eventuale compressione esercitata sul cavo non deve essere tale da causarne il danneggiamento.

## 4.5 Torsione

Generalmente i cavi per energia di bassa tensione non sono progettati per subire torsione attorno al proprio asse longitudinale. Nelle installazioni dove non sia possibile evitare tali torsioni, il progetto del cavo e le modalità d'installazione devono essere oggetto di esame congiunto tra i progettisti dell'installazione ed il costruttore del cavo.



## 5. TIPO DI POSA

Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione per la scelta di un cavo è quella riguardante il tipo di posa. Infatti, a seconda del tipo del conduttore, del tipo di isolamento e/o guaina i cavi possono essere realizzati per posa fissa oppure per posa mobile.

Nel primo caso si tratta di cavi con conduttore flessibile o rigido che una volta posati/installati non sono soggetti a movimentazioni (es. posa entro tubi, canali, passerelle, ecc.), nel secondo caso invece i cavi hanno un conduttore flessibile o flessibilissimo e sono utilizzati per applicazioni che prevedano una movimentazione continua.

### 5.1 Posa in aria

Generalmente i cavi per energia di bassa tensione vengono utilizzati per posa entro tubazioni, canalette o su passerelle.

Nel caso in cui fosse necessario posare nello stesso cavidotto cavi appartenenti a sistemi di tensione diversi, tutti i cavi dovranno avere la classe di tensione uguale al cavo avente la tensione del sistema più elevata; oppure questo cavo dovrà avere la guaina esterna e una tensione  $U_0/U$  450/750 V se la tensione del sistema è pari a 300/500 V. In una struttura combustibile in un luogo a maggior rischio in caso di incendio in un canale < IP4X o passarella metallica, è possibile utilizzare cavi con guaina.

### 5.2 Posa interrata

I cavi per energia di bassa tensione con tensione 0.6/1 kV possono anche essere utilizzati per posa interrata. In questa situazione i cavi interessati possono essere senza protezione aggiuntiva (ove prevista armatura) oppure interrati direttamente con protezione (ove armatura non presente).



## Doppio isolamento

È possibile trovare la definizione di “cavi a doppio isolamento” solo all’interno delle Norme installative, come ad esempio nella Norma CEI 64-8.

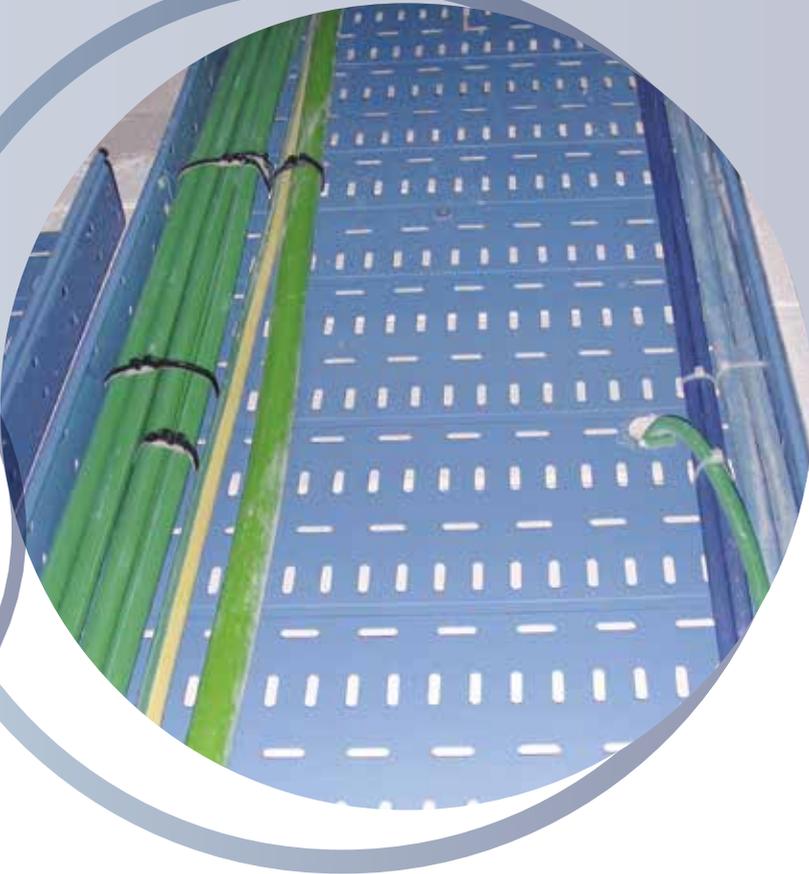
Premesso che il *sistema elettrico* con tensione nominale  $U_n = 230/400\text{ V}$  è stato unificato dal decreto del 24 gennaio 2012 CEI 8-6, all’interno di un sistema unificato ( $U_n$ ) è permesso un cavo con tensione nominale 300/500 V. Affinché il cavo sia considerato a doppio isolamento di classe II tipo A per la Norma CEI 64-8, deve avere una tensione Nominale 450/750 V, cioè deve avere un livello di tensione superiore del sistema elettrico servito.

## Posa cavi senza guaina

Cavi senza guaina con tensione 450/750 V, cosiddette *cordine*, utilizzati in installazione protetta e fissa, in dispositivi di illuminazione o comando, possono essere usati in sistemi fino a 1000 V. Non possono essere utilizzati in una struttura combustibile, in un luogo marcio, in un canale metallico < IP4X.

Le figure nella pagina a fianco riguardano esempi di posa dei cavi in canalette e controsoffitti.

**Esempio di:  
Posa in canaletta  
metallica**



**Esempio di:  
Posa in  
controsoffitto**



# 6. ASPETTI DI SICUREZZA CONNESSI ALL'INCENDIO

I cavi elettrici sono raramente la causa di un incendio, ma quando vi sono coinvolti possono costituire un elemento di grave pericolo in ragione della loro elevata quantità e della loro diffusione in tutti gli ambienti dell'edificio.

Per questo motivo la Commissione Europea, all'interno del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), Regolamento UE n. 305/2011, ha deciso di considerare per i cavi il requisito n°2 «sicurezza in caso d'incendio» (Reazione e Resistenza al fuoco) riconoscendo l'importanza del loro comportamento e il requisito n°3 «Igiene, salute e Ambiente».

Alla combustione dei materiali organici da cui sono costituiti isolamento e guaina dei cavi sono infatti connessi i rischi, secondo il Regolamento CPR, di:

- **Generazione e propagazione del fuoco e del fumo all'interno delle opere di costruzione;**
- **Propagazione del fuoco a opere di costruzione vicine;**
- **Limitare l'abbandono delle opere di costruzione da parte degli occupanti o il loro soccorso;**
- **Mettere a rischio la sicurezza delle squadre di soccorso.**

**NOTA:** Quando esiste, o possa esistere, un particolare pericolo per la presenza di atmosfere esplosive o infiammabili, si applicano Regolamenti specifici. I requisiti di questi Regolamenti devono essere tenuti presenti nella selezione del tipo di cavo, della sua portata e dei suoi criteri costruttivi, al fine di garantire la sicurezza nei riguardi dell'influenza esercitata dal cavo. La materia è oggetto della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33): "Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici", alla quale si rimanda, per quanto applicabile.

## 6.1 Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)



Il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) UE n. 305/2011 stabilisce i requisiti di base e le caratteristiche essenziali ai fini della sicurezza che tutti i prodotti - **cavi compresi** - progettati per essere installati in modo permanente nelle opere da costruzione (esempio abitazioni, edifici industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, ecc.) devono garantire per l'ambito di applicazione. I **cavi**, posati in modo permanente in edifici ed in altre opere di ingegneria civile ("civil works"), sono quindi sottoposti al Regolamento CPR entrato in vigore per i **cavi** il 10 Giugno 2016 con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale della Unione Europea della Norma EN 50575:2014 + A1:2016 con un periodo transitorio con scadenza 1° luglio 2017.



Circa il requisito n.2 *“Sicurezza in caso di incendio”*, per poter classificare i cavi in base al loro comportamento al fuoco, sono state definite 7 classi di reazione al fuoco, dette Euroclassi - *“Regolamento delegato (UE) 2016/364 della Commissione”* - con dei parametri aggiuntivi per la misurazione del gocciolamento, dell’opacità e corrosività dei gas emessi durante un possibile incendio. Sebbene il sistema di classificazione europeo sia unico per tutti i cavi e per tutti i paesi membri della Comunità Europea, l’adozione delle varie euroclassi, in funzione degli ambienti installativi, è stato demandato a ciascun paese membro.

In Italia, l’utilizzo della classe appropriata nei vari ambienti è regolato dai documenti di prevenzione incendi emessi dai VV.F., dalla Norma CEI 64-8 e da ulteriori norme installative (es. CEI 11-17, CEI 306-2, CEI 306-43).

Per quanto riguarda la sicurezza in caso di incendio, l’appartenenza ad una determinata classe e la costanza delle prestazioni del cavo nel tempo, dovranno essere controllate e certificate da Organismi Notificati indipendenti.

Per ulteriori informazioni circa il Regolamento Prodotti da Costruzione applicato ai Cavi Elettrici è possibile visionare la pubblicazione AICE *“CPR la nuova era dei cavi”*.

## 6.2 Marcatura CE per un cavo CPR

La marcatura CE per il Regolamento CPR (art. 9) deve essere sempre posta accanto alle indicazioni previste dal Regolamento stesso tra le quali l'uso previsto del prodotto, il n° di identificazione della DoP, nome e sede del costruttore, etc.

Nel caso in cui non fosse fisicamente possibile riportare direttamente sul prodotto quanto sopra esposto, la marcatura CE dovrà essere riportata sull'etichetta (fissata su bobine, matasse o altri tipi di confezionamento dei cavi) in maniera visibile, leggibile e indelebile.

Si riporta di seguito un esempio di etichetta.

 xxxx	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Marcatura CE composta da simbolo "CE"</li> <li>● N. di identificazione dell'Ente certificatore del prodotto</li> </ul>
AnyCo Ltd, Po Box 21, B-1050, Brussels, Belgium  14 (Deve essere assegnato dal produttore)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nome e sede del produttore o marchio di fabbrica</li> <li>● Le ultime due cifre dell'anno in cui è stata affissa per la prima volta</li> <li>● N. di riferimento della DoP</li> </ul>
EN 50575:2014/A1:2016  es. sigla (FG18OM16) del cavo  Alimentazione elettrica in costruzione ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo  Reazione al fuoco: B2 <sub>ca</sub> -s1 <sub>o</sub> ,d1,a1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● N. della Norma Europea applicata come da riferimenti OJEU</li> <li>● Codice identificativo univoco del tipo di prodotto</li> <li>● Uso previsto del prodotto come da indicazioni contenute nella Norma europea applicata</li> <li>● Classe di prestazione</li> </ul>

### 6.3 Classe di reazione al fuoco dei cavi in relazione al regolamento EU “prodotti da costruzione” (305/2011)

Le principali Classi di reazione al fuoco previste in Italia sono riportate nella Norma CEI UNEL 35016 e sono le seguenti:

- **B2<sub>ca</sub> - s1a, d1, a1**
- **C<sub>ca</sub> - s1b, d1, a1**
- **C<sub>ca</sub> - s3, d1, a3**
- **E<sub>ca</sub>**

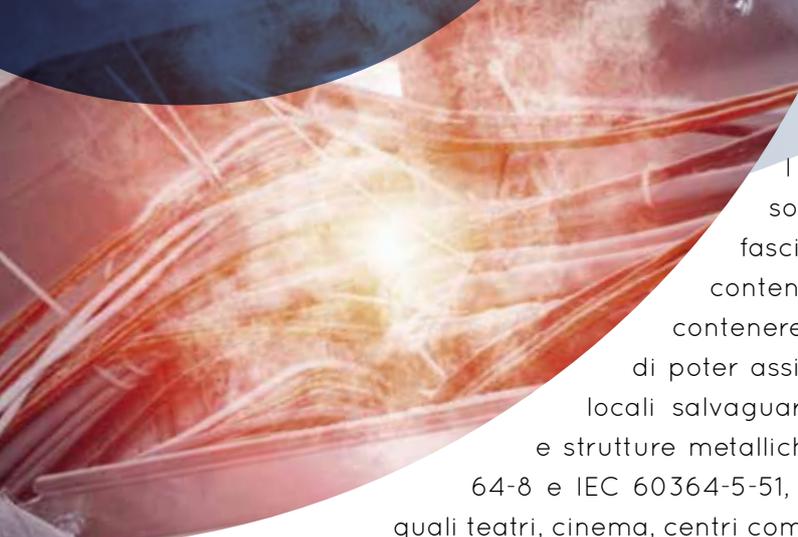


I cavi aventi classe di reazione al fuoco **B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1** sono particolarmente adatti all’installazione a fascio in luoghi in cui è fondamentale, in caso d’incendio, limitare al minimo gli effetti della propagazione dello stesso e le emissioni di fumi opachi e gas acidi, al fine di poter assicurare un’evacuazione sicura delle persone dai locali salvaguardando inoltre apparecchiature, strumentazioni e strutture metalliche.

Sono particolarmente adatti in luoghi classificati BD4 secondo CEI 64-8 e IEC 60364-5-51, come ad esempio fabbricati di altezza elevata aperti al pubblico, quali hotel, ospedali, case di riposo e simili. Per quanto riguarda i cavi installati nelle gallerie ferroviarie ricadenti nel campo di applicazione del UEn.1303/2014 del 18 novembre 2014 e Commission Implementing Regulation (EU) 2019/776 relativi alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell’Unione europea, la Commissione Europea ha deciso di non tenere conto, per la scelta dell’euroclasse CPR dei cavi, del parametro addizionale “d”.

A livello nazionale, la norma CEI 64-20 - Impianti elettrici nelle gallerie stradali, prescrive che nelle gallerie con lunghezza superiore ai 500 m i cavi all’interno della galleria stesso devono avere classe di reazione al fuoco almeno **B2<sub>ca</sub>-s1a, d1, a1** secondo quanto definito dalla CEI EN 50575, con esclusione di quelli posati in opera (art.7.1 - CEI 64-20), per i quali è sufficiente tenere conto delle indicazioni riportate rispettivamente nelle norme CEI 64-8 e CEI 11-17.





I cavi aventi classe di reazione al fuoco **C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1** sono particolarmente adatti all'installazione a fascio in luoghi in cui è importante, in caso d'incendio, contenere gli effetti della propagazione dello stesso e contenere le emissioni di fumi opachi e gas acidi, al fine di poter assicurare un'evacuazione sicura delle persone dai locali salvaguardando inoltre apparecchiature, strumentazioni e strutture metalliche. Adatti in luoghi classificati BD3 secondo CEI 64-8 e IEC 60364-5-51, come ad esempio ambienti aperti al pubblico, quali teatri, cinema, centri commerciali.

I cavi aventi classe di reazione al fuoco **C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3** sono particolarmente adatti all'installazione a fascio in luoghi in cui in caso d'incendio è importante contenere gli effetti della propagazione dello stesso. Adatti in luoghi classificati BD2 secondo CEI 64-8 e IEC 60364-5-51, come ad esempio fabbricati di altezza elevata.

I cavi aventi classe di reazione al fuoco **E<sub>ca</sub>** non sono adatti all'installazione a fascio (adatti solo per installazioni singole) in luoghi in cui è trascurabile il rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose. Adatti in luoghi classificati BD1 secondo CEI 64-8 e IEC 60364-5-51.

Sono altresì previsti cavi resistenti al fuoco con classe di reazione al fuoco **A<sub>ca</sub>** secondo Norma CEI EN 60702-1 e CEI UNEL 35500. Tali cavi non emettono fumi e non presentano gocciolamento di particelle incandescenti, rendendoli particolarmente adatti in luoghi in cui il rischio di incendio è particolarmente elevato.

**NOTA:** a livello italiano, al fine di rispettare le prescrizioni cogenti previste dal Dlgs 106/2017 in termini di marcatura CE, si è reso necessario introdurre nelle norme di prodotto italiane dei cavi con prestazioni aggiuntive di resistenza al fuoco (capacità del cavo di continuare a funzionare anche se sottoposto all'azione del fuoco) conformi alle norme di prova EN 50200, EN IEC 60331-1, EN 50289-4-16, EN 50582, una classificazione comune CPR per la caratteristica di reazione al fuoco.

## 6.4 Metodologie di prova di comportamento al fuoco per cavi classificati secondo il Regolamento prodotti da Costruzione (CPR)

### EN 50399

**Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati.**

La Norma specifica, per tutti i cavi elettrici soggetti al Regolamento CPR, l'apparecchiatura di prova e le procedure di prova per la valutazione della reazione al fuoco.



## EN 60332-1-2

***Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata***

La Norma fornisce la procedura per la prova di propagazione verticale della fiamma su un singolo cavo elettrico o conduttore isolato, o cavo in fibra ottica, in condizioni di incendio.



## EN 61034-2

***Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni.***

La Norma fornisce i dettagli della procedura di prova da utilizzare per la misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.

(Parametri CPR: s1a / s1b)



## EN 60754-2

***Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività.***

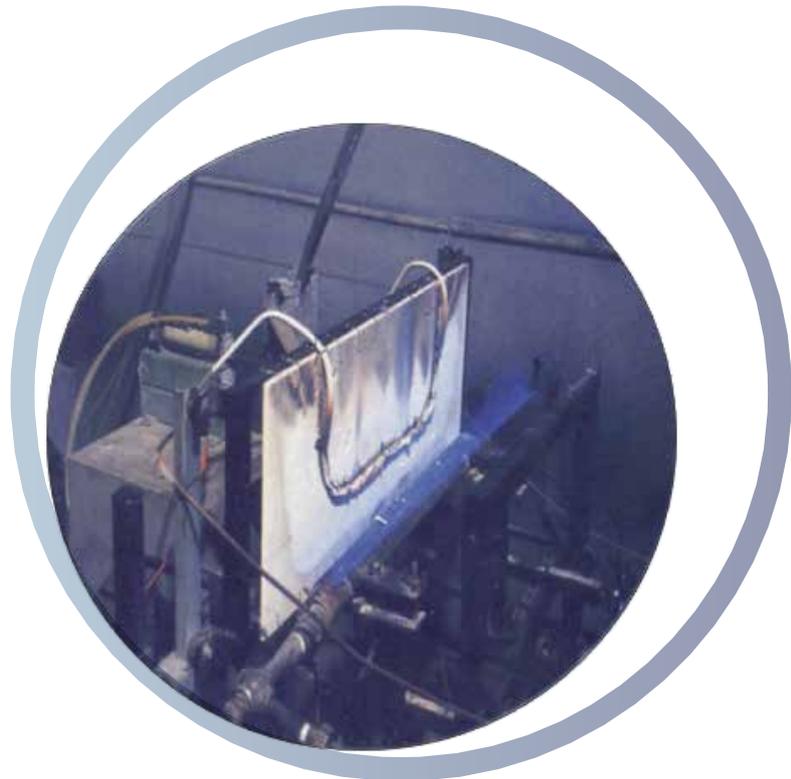
La Norma specifica l'apparecchiatura e la procedura per la determinazione della corrosività potenziale dei gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati da campioni di cavo elettrico o fibra ottica misurando l'acidità (pH) e la conduttività di una soluzione acquosa risultante dai gas emessi durante la combustione.

(Parametri CPR: a1 /a2 /a3)

## EN 50200

***Prove per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito - Parte 1: Metodo di prova per incendi con shock meccanico ad una temperatura di almeno 830 °C per cavi con tensione nominale fino a 0,6/1 kV inclusa e con un diametro superiore a 20 mm***

La Norma specifica il metodo di prova dei cavi aventi una resistenza al fuoco intrinseca e una resistenza agli urti /shock meccanici. Questo metodo si applica a cavi con un diametro esterno non superiore a 20 mm con tensione nominale non superiore a 0,6/1 kV, inclusi quelli aventi tensione nominale inferiore a 80 V e ai cavi in fibra ottica.





## **EN IEC 60331-1**

### ***Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza***

La Norma specifica il metodo di prova per i cavi che devono mantenere l'integrità del circuito se soggetti a incendi e shock meccanici in determinate condizioni. Il metodo è applicabile a cavi di diametro superiore a 20 mm con tensione nominale non superiore a 0,6/1 kV, compresi quelli con tensione nominale inferiore a 80 V, cavi per comunicazione elettronica con conduttori metallici e in fibra ottica.

## 6.5 Cavi non classificati secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR)

I criteri per la scelta dei cavi e le relative prove di comportamento al fuoco da eseguire variano a seconda se il cavo sia classificato o meno secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

I cavi non classificati secondo il Regolamento Prodotti da Costruzione possono essere non propaganti l'incendio, rispondenti alle Norme CEI EN 60332-3-22 o CEI EN 60332-3-24 – le quali verificano la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio – oppure rispondenti alla Norma CEI EN 60332-1-2 – che verifica la non propagazione della fiamma su singolo cavo – tipica prove per i cavi armonizzati.





# 7. LEGGI

In Italia le leggi di riferimento – al momento della stesura della presente guida – che regolamentano il **settore elettrico** e quindi anche quello dei cavi sono:

- Legge 1 Marzo 1968, n. 186
- D.M. n. 37/08 22 gennaio 2008 - Installazione di impianti all'interno degli edifici
- Direttiva bassa tensione (2014/35/UE) del 26 febbraio 2014 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione
- D.Lgs. 19 maggio 2016, n. 86. - Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione

**Circa l'impiantistica elettrica e la sicurezza in caso di incendio si deve invece far riferimento alle diverse leggi qui sottoelencati:**

- **Decreto del ministero dell'interno g.u. N.73** – 10 marzo 2005 - Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio
- **Decisione delle comunità europee 2006/751/CE** – 27 ottobre 2006 - Decisione della commissione che modifica la decisione 2000/147/CE che attualizza direttiva 89/106/CEE del Consiglio per quanto riguarda la classificazione della reazione all'azione dell'incendio dei prodotti da costruzione
- **DM di modifica al decreto del 10 marzo 2005** – 25 ottobre 2007 - Modifiche al decreto 10 marzo 2005, concernente "Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio"
- **DM di modifica integrazione al decreto del 15 marzo 2005** – 16 febbraio 2009 - Modifiche ed integrazioni al decreto del 15 marzo 2005 recante i requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione
- **Regolamento UE n. 305/2011** – 9 marzo 2011 - Regolamento (UE) del parlamento europeo e del consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio
- **Decisione commissione europea 2011/284/UE** – 12 maggio 2011 - Decisione della commissione relativa alla procedura di attestazione della conformità dei prodotti da costruzione a norma dell'articolo 20, paragrafo 2, della direttiva 89/106/CEE del Consiglio per quanto riguarda i cavi di alimentazione, di comando e di comunicazione

- **Regolamento delegato (UE) 2014/568** – 18 febbraio 2014 - Il Regolamento Delegato (UE) della Commissione N. 568/2014 modifica l'allegato V del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la valutazione e la verifica della costanza della prestazione dei prodotti da costruzione
- **Regolamento delegato (UE) 2014/574** – 21 Febbraio 2014 - Il Regolamento Delegato (UE) della Commissione N.574/2014 modifica l'allegato III del regolamento (UE) n.305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente il modello da usare per redigere una dichiarazione di prestazione relativa ai prodotti da costruzione
- **DM 03 agosto 2015** – 20 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- **Regolamento delegato (UE) 2016/364** – 15 marzo 2016 - Regolamento delegato (UE) 2016/364 della commissione dal 1 luglio 2015 relativo alla classificazione della prestazione dei prodotti da costruzione in relazione alla reazione al fuoco a norma del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio
- **Comunicazione 2016/C 209/03** – 10 giugno 2016 - Comunicazione della Commissione nell'ambito dell'applicazione del regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio
- **Decreto legislativo 106/2017** - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
- **DM 18 ottobre 2019** – 31 ottobre 2019 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n.139
- **DM 24 novembre 2021** – 2 dicembre 2021 - Modifiche all'allegato 1 del decreto del Ministro dell'interno del 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi.

Si ritiene importante ricordare che l'Italia è stato uno dei primi paesi ad adottare per legge (DM 11/01/1998) i cavi a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi per la realizzazione di impianti elettrici nelle metropolitane allo scopo di salvaguardare in caso di incendio la vita delle persone.

## 7.1 Norme e guide CEI di riferimento

### Norme

- **Norma CEI 64-8** “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- **Norma CEI 64-15** “Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica”
- **Norma CEI 64-20** “Impianti elettrici nelle gallerie stradali”
- **Norma CEI 11-17** “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- **Norma CEI 20-11 serie (CEI EN 50363 serie)** “Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione”
- **Norma CEI 20-13** “Cavi per energia isolati con mescola elastomerica con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali da  $U_0/U$  0,6/1 a  $U_0/U$  18/30 kV in c.a.”
- **Norma CEI 20-14** “Cavi per energia isolati con una mescola termoplastica in polivinilcloruro con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali  $U_0/U$  0,6/1 kV e 1,8/3 kV in c.a.”
- **Norma CEI 20-21** “Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1: In regime permanente (fattore di carico 100%)”
- **Norma CEI 20-29 (CEI EN 60228)** “Conduttori per cavi isolati”
- **Norma CEI 20-35** “Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d’incendio”
- **Norma CEI 20-39 (CEI EN 60702)** “Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V”
- **Norma CEI 20-107 serie (CEI EN 50525 serie)** “Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V ( $U_0/U$ )”
- **Norma CEI 20-38** “Cavi per energia a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi isolati con mescola elastomerica con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) con tensioni nominali  $U_0/U$  non superiori a 0,6/1 kV in c.a.”
- **Norma CEI 20-45:** “Cavi per energia isolati in gomma elastomerica ad alto modulo di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale  $U_0/U$ : 0,6/1 kV”
- **Norma CEI 20-40 (CEI EN 50565)** “Cavi elettrici - Guida all’uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V ( $U_0/U$ )”
- **Norma CEI 20-67** “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1 kV”
- **Norma CEI 20-332 (serie)** “Prove sui cavi elettrici e a fibre ottiche in condizioni di incendio”
- **Norma CEI-UNEL 00721** “Colori di guaina dei cavi elettrici”
- **Norma CEI-UNEL 00722** “Identificazione delle anime dei cavi”
- **Norma CEI-UNEL 35011** “Cavi per energia e segnalazioni - Sigle di designazione”
- **Norma CEI UNEL 35012** “Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco”
- **Norma CEI-UNEL 35024/1** “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”

- **Norma CEI-UNEL 35024/2** “Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”
- **Norma CEI-UNEL 35026** “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”
- **Guida CEI 64-12** “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.”
- **Guida CEI 64-50** “Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l’integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici. Criteri generali”
- **Guida CEI 64-56** “Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l’integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri particolari per locali medici”
- **Norma CEI 20-108 (CEI EN 50399)** “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Misura dell’emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati
- **Norma CEI 20-116 (CEI CLC/TS 50576)** “Cavi elettrici - Applicazioni estese dei risultati di prova (EXAP rules)
- **Norma CEI 20-37/2 (CEI EN 60754-2)** “Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai Cavi - Parte 2: Determinazione dell’acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività
- **Norma CEI 20-37/2-3 (CEI EN 50267-2-3)** “Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 2-3: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività”
- **Norma CEI 20-37/3-1 (CEI EN 61034-2)** “Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni”
- **Norma CEI 20-115 (CEI EN 50575)** “Cavi per energia, controllo e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di reazione all’incendio”
- **Norma CEI UNEL 35016** “Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)”
- **Norma CEI 20-36/4-0 (CEI EN 50200)** “Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l’uso in circuiti di emergenza”
- **Norma CEI 20-36/5-0 (CEI EN IEC 60331-1)** “Prove per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito Parte 1: Metodo di prova per incendi con shock meccanico ad una temperatura di almeno 830 °C per cavi con tensione nominale fino a 0,6/1,0 kV inclusa e con un diametro superiore a 20 mm”
- **Norma UNI EN 13501-6** “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici”
- **Norma UNI EN 13501-3** “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione Parte 3: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei prodotti e degli elementi impiegati in impianti di fornitura servizi: condotte e serrande resistenti al fuoco”
- **Norma UNI EN 13501-2** “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione Parte 2: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco, esclusi i sistemi di ventilazione”

# 8. GUIDA ALL'USO DEI CAVI ELETTRICI PER BASSA TENSIONE

Questo capitolo riporta, in maniera sintetica e in forma tabellare, le principali tipologie di cavi suddivisi per tensioni di esercizio, una breve descrizione del loro utilizzo secondo quanto previsto dalle Guida CEI 20-40/2-1 e CEI 20-67, ed uno schema grafico per semplificarne la lettura.

## CAVI NAZIONALI

Sigla	Tensione	Impiego tipico	Classe CPR
<b>FG290(H)M16</b>	100/100 V	<p>Cavi elettrici multipolari con guaina adatti a limitare al minimo la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi. Cavi in grado di garantire la continuità di servizio per il tempo previsto.</p> <p>Idonei ad essere utilizzati per i collegamenti degli apparati dei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale allarme incendio, collegati o meno ad impianti d'estinzione o ad altro sistema di protezione, destinati a essere installati in edifici indipendentemente dalla destinazione d'uso.</p> <p>Possono essere posati in un unico condotto o canale o passerella, senza interposizione di setti separatori, in quanto cavi per sistemi di I categoria.</p> <p>Non idonei per altri impieghi quali illuminazione di emergenza, alimentazione di sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore, elettroserrature o comandi di emergenza o altre applicazioni similari aventi tensione di esercizio superiore a 100 V in c.a. per le quali si devono impiegare i cavi rispondenti alle Norme CEI 20-45. Non adatti per la posa interrata.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1</b>
<b>FTE290(H)M16</b>	100/100 V		<b>C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1</b>
<b>FS180(H/H2)R18</b>	300/500 V	<p>Cavi energia multipolari con guaina per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio.</p> <p>Adatti per installazione in ambienti interni secchi o anche bagnati, o per posa temporanea esterna. Adatti per posa in aria libera, in tubo o canaletta e strutture metalliche. Non adatti per posa interrata diretta o indiretta.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3</b>
<b>CAVO AD ISOLAMENTO MINERALE 2L1.5</b>	500 V	<p>Adatti al trasporto di energia per impianti elettrici quando è richiesta la massima sicurezza nei confronti dell'incendio, quali luci di emergenza e di allarme, rilevazione automatica dell'incendio, dispositivi di spegnimento incendio, apertura porte automatiche, sistemi di aereazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza. Per posa fissa all'interno in ambienti anche bagnati e all'esterno. Possono essere installati su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.</p>	<b>A<sub>ca</sub></b>



Sigla	Tensione	Impiego tipico	Classe CPR
<b>FG17</b>	450/750 V	<p>Cavi energia unipolari senza guaina per l'alimentazione elettrica adatti a limitare al minimo la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi.</p> <p>Adatti per installazione fissa protetta in apparecchiature di illuminazione e comando per tensioni fino a 1000V in c.a. compreso o fino a 750 V in c.c. verso terra per installazioni in tubi, in canali, in condotti e in cablaggi di apparecchi ed apparecchiature elettriche.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio strutture sanitarie (CEI 64-56), locali di pubblico spettacolo, locali di intrattenimento, centri commerciali, strutture alberghiere. Non adatti per posa interrata diretta o indiretta.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1</b>
<b>FS17</b>	450/750 V	<p>Cavi energia unipolari senza guaina per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio.</p> <p>Adatti per installazione fissa protetta in apparecchiature di illuminazione e comando per tensioni fino a 1000V in c.a. compreso o fino a 750 V in c.c. verso terra per installazioni in tubi, in canali, in condotti e in cablaggi di apparecchi ed apparecchiature elettriche</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti come ad esempio uffici e edifici destinati ad uso civile con altezza superiore a 24 metri. Non adatti per posa interrata diretta o indiretta.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3</b>
<b>CAVO AD ISOLAMENTO MINERALE 4H1.5</b>	450/750 V	<p>Adatti al trasporto di energia per impianti elettrici quando è richiesta la massima sicurezza nei confronti dell'incendio, quali luci di emergenza e di allarme, rilevazione automatica dell'incendio, dispositivi di spegnimento incendio, aperture porte automatiche, sistemi di aereazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza. Per posa fissa all'interno in ambienti anche bagnati e all'esterno. Possono essere installati su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi similari.</p>	<b>A<sub>ca</sub></b>

Sigla	Tensione	Impiego tipico	Classe CPR
<b>FS18O(H/H2)R18</b>	450/750 V	<p>Cavi energia multipolari con guaina per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio.</p> <p>Adatti per installazione in ambienti interni secchi o anche bagnati, o per posa temporanea esterna. Adatti per posa in aria libera, in tubo o canaletta e strutture metalliche. Non adatti per posa interrata diretta o indiretta.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3</b>
<b>FG18(O)(H1/H2)M16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare al minimo la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio aero-stazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane, gallerie stradali e ferroviari, vie di fuga delle strutture sanitarie.</p> <p>Per i cavi installati in gallerie ferroviarie ricadenti nel campo di applicazione del Regolamento UE 1303/2014 si rimanda alle prescrizioni date dal regolamento stesso.</p> <p>Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1</b>
<b>FG18(O)(H1/H2)M18</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare al minimo la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio aero-stazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane, gallerie stradali e ferroviari, vie di fuga delle strutture sanitarie.</p> <p>Per i cavi installati in gallerie ferroviarie ricadenti nel campo di applicazione del Regolamento UE 1303/2014 si rimanda alle prescrizioni date dal regolamento stesso.</p> <p>Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1</b>
<b>FG16(O)(H1/H2)M16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio strutture sanitarie (CEI 64-56), locali di pubblico spettacolo, locali di intrattenimento, centri commerciali, strutture alberghiere. Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1</b>

Sigla	Tensione	Impiego tipico	Classe CPR
<b>ARG16M16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio strutture sanitarie (CEI 64-56), locali di pubblico spettacolo, locali di intrattenimento, centri commerciali, strutture alberghiere. Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1</b>
<b>FG16(O)(H1/H2)R16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti come ad esempio uffici ed edifici destinati ad uso civile con altezza superiore a 24 metri.</p> <p>Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3</b>
<b>ARG16R16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare la propagazione dell'incendio.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti come ad esempio uffici ed edifici destinati ad uso civile con altezza superiore a 24 metri.</p> <p>Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3</b>
<b>FTG18(O)M16</b>	600/1000 V	<p>Cavi energia per l'alimentazione elettrica adatti a limitare al minimo la propagazione dell'incendio, la produzione e diffusione di fumi opachi e gas acidi. Cavi in grado di garantire la continuità di servizio per il tempo previsto.</p> <p>Adatti per installazioni a fascio in ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose come ad esempio aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane, gallerie stradali e ferroviari, vie di fuga delle strutture sanitarie.</p> <p>Particolarmente adatti per illuminazione di luci di emergenza e di allarme, dispositivi di spegnimento incendio, apertura porte automatiche, sistemi di elevazione, sistemi di aerazione e di condizionamento, sistemi telefonici di emergenza, impianti di aerostazioni, gallerie stradali, stazioni ferroviarie, stazioni marittime e metropolitane.</p> <p>Per i cavi installati in gallerie ferroviarie ricadenti nel campo di applicazione del Regolamento UE 1303/2014 si rimanda alle prescrizioni date dal regolamento stesso.</p> <p>Adatti in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa.</p>	<b>B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1</b>

## CAVI ARMONIZZATI

Sigla	Tensione	Impiego tipico
H03VV(H2)-F	300/300 V	Utilizzo in locali domestici e uffici, per applicazioni e apparecchi per servizio leggero (per es. complessi stereo, lampade da tavolo e normali, macchine da ufficio).
H03V2V2(H2)-F	300/300 V	Utilizzo in locali domestici, cucine e uffici, per applicazioni e apparecchi portatili leggeri per servizio leggero; Utilizzo in temperature ambiente elevate e utilizzo interno in apparecchiature che non presentano alcun rischio di contatto con parti calde.
H03Z1Z1(H2)-F	300/300 V	Utilizzo in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; utilizzo in locali domestici e uffici, per servizio leggero e per apparecchi; (per es. complessi stereo, lampade da tavolo e normali, macchine per ufficio)
H05V-K	300/500 V	Installazione all'interno di apparecchi e accessori di illuminazione. I cavi sono adatti per l'installazione in tubazioni montate in superficie o incassate quando utilizzati solo per circuiti di segnalazione e di comando
H05V2-K	300/500 V	Per installazione all'interno di apparecchiature elettriche nelle quali la cavetteria viene fatta funzionare in zone ad alta temperatura. Non adatti per installazioni fisse nei circuiti di distribuzione. Da non usare a contatto di oggetti a temperatura superiore a 85°C.
H05Z-K	300/500 V	Installazione in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; installazione all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione. I cavi sono adatti per l'installazione in tubazioni montate in superficie o incassate quando utilizzati solo per circuiti di segnalazione e di comando. Questi cavi non sono destinati ad assicurare l'integrità del circuito in caso di incendio.
H05Z1-K	300/500 V	Utilizzo in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; installazione fissa protetta all'interno di apparecchiature e in apparecchi di illuminazione.
H05VV(H2)-F	300/500 V	Utilizzo in locali domestici e uffici, per applicazioni e apparecchi domestici per servizio ordinario, compresi i locali umidi (per es. aspirapolvere, lavatrici, asciugatrici e frigoriferi); Utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata.
H05Z1Z1-F	300/500 V	Utilizzo in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; utilizzo in locali domestici e uffici, per servizio ordinario e apparecchi domestici, compresi i locali umidi; (per es. aspirapolvere, lavatrici, asciugatrici e frigoriferi); utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata.
H05RN-F	300/500 V	Utilizzo in locali domestici, cucine e uffici, per applicazioni per servizio ordinario e per l'alimentazione di apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a deboli sollecitazioni meccaniche (per es. aspirapolvere, apparecchi da cucina, ferri per saldatura, tostapane, utensili portatili domestici, lampade portatili per ispezione).
H05V2V2(H2)-F	300/500 V	Utilizzo in locali domestici e uffici, per applicazioni e apparecchi domestici per servizio ordinario, compresi i locali umidi; utilizzo in temperature ambiente elevate e utilizzo interno in apparecchiature che non presentano alcun rischio di contatto con parti calde; utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata
H05RR-F	300/500 V	Utilizzo in locali domestici, cucine e uffici, per applicazioni per servizio ordinario e per l'alimentazione di apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a deboli sollecitazioni meccaniche (per es. aspirapolvere, apparecchi da cucina, ferri per saldatura, tostapane utensili portatili domestici, lampade portatili per ispezione); utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata.
H05BQ-F	300/500 V	Utilizzo in locali domestici, cucine e uffici, per applicazioni per servizio ordinario e per l'alimentazione di apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a deboli sollecitazioni meccaniche (per es. aspirapolvere, apparecchi da cucina, ferri per saldatura, tostapane, utensili portatili domestici, lampade portatili per ispezione) utilizzo all'esterno per periodi temporanei di breve durata.

Sigla	Tensione	Impiego tipico
<b>H05VVH6-F</b>	300/500 V	Cavi piatti per ascensori e montacarichi. Non idonei per installazioni all'aperto. Idonei per installazioni in cui la lunghezza massima di sospensione non superiori 35 metri e la velocità di spostamento 1,6 m/s.
<b>H07RN-F</b>	450/750 V	Utilizzo in officine industriali e agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole ed apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie (per es. piastre riscaldanti, lampade per ispezione, utensili elettrici quali trapani, seghe circolari ed utensili elettrici domestici); utilizzo in ambienti secchi, umidi o bagnati; installazioni fisse, per es. su facciate di edifici provvisori e baracche di cantiere destinate all'alloggio.
<b>H07RN8-F</b>	450/750 V	Utilizzo in officine industriali e agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole ed apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie (per es. piastre riscaldanti, lampade per ispezione, utensili elettrici quali trapani, seghe circolari ed utensili elettrici domestici) utilizzo in ambienti secchi, umidi o bagnati; installazioni fisse, per es. su facciate di edifici provvisori e baracche di cantiere destinate all'alloggio; utilizzo come connessione alle macchine utensili.; applicazioni in acqua fresca a 10 m di profondità e ad una temperatura massima dell'acqua fino a 40 °C, come la connessione di pompe sommergibili o applicazioni simili.
<b>H07BQ-F</b>	450/750 V	Utilizzo in officine industriali e agricole, cantieri di costruzione, per applicazioni per servizio pesante e per l'alimentazione di macchine industriali e agricole ed apparecchi nei quali i cavi sono sottoposti a sollecitazioni meccaniche medie (per es. piastre riscaldanti, lampade per ispezione, utensili elettrici quali trapani, seghe circolari ed utensili elettrici domestici) utilizzo in ambienti secchi, umidi o bagnati; installazioni fisse, per es. su facciate di edifici provvisori e baracche di cantiere destinate all'alloggio.
<b>H07V-K</b>	450/750 V	Installazione all'interno di apparecchi e accessori di illuminazione. I cavi sono adatti per l'installazione in tubazioni montate in superficie o incassate o sistemi chiusi simili quando utilizzati solo per circuiti di segnalazione e di comando.
<b>H07V2-K</b>	450/750 V	Installazione in tubazioni montate in superficie o incassate o sistemi chiusi simili e dove la temperatura massima del conduttore in condizioni di uso normale di 90 °C non viene superata. Se installati in sistemi di distribuzione, la temperatura massima di funzionamento continuo deve essere limitata a 70 °C
<b>H07Z1-K Type 2</b>	450/750 V	Utilizzo in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; installazione in tubazioni montate in superficie o incassate, sistemi chiusi simili.  Cavi adatti per l'uso quando è necessaria una prestazione speciale in caso di incendio o quando le condizioni o regolamenti locali richiedono livelli aumentati di sicurezza pubblica. Essi sono particolarmente adatti quando sono installati a fascio.
<b>H07Z-K</b>	450/750 V	Utilizzo in luoghi in cui è richiesto un basso livello di emissione di fumi opachi e gas acidi in caso di incendio o combustione; installazione in tubazioni montate in superficie o incassate, o in sistemi chiusi simili.
<b>H07BZ5-F</b>	450/750 V	Cavi a basso sviluppo di fumi opachi e gas acidi per applicazioni flessibili in condizioni severe per l'alimentazione tra la sorgente di alimentazione elettrica o la stazione di carica e il veicolo elettrico.
<b>H07VVH6-F</b>	450/750 V	Cavi piatti per carriponte, paranchi e gru. Non idonei per installazioni all'aperto. Idonei per installazioni in cui la lunghezza massima di sospensione non superiori 35 metri e la velocità di spostamento 1,6 m/s.
<b>H1Z2Z2-K</b>	1000/1000 V	Cavi per sistemi fotovoltaici, in particolare per installazioni in corrente continua (c.c.). Questi cavi sono adatti per uso esterno permanente e per un lungo periodo di tempo, in condizioni climatiche variabili. Per questi prodotti si definiscono dei requisiti relativamente severi, in linea con le rigide condizioni d'uso previste.

Nota: Come evidenziato nella Norma CEI EN 50525-1/A1, i requisiti di comportamento al fuoco e le relative prove dei cavi riportati nella tabella sono definiti nelle singole parti della serie di Norme EN 50525. Qualora i cavi ricadessero all'interno dello scopo del Regolamento CPR, tali requisiti sono forniti dalla Norma CEI EN 50575.



---

---

## AICE

Associazione Italiana Industrie Cavi  
e Conduttori Elettrici

Viale Lancetti, 43 - 20158 MILANO MI  
Tel +39 02 3264246 - Fax +39 02 3264212  
E-mail [aice@anie.it](mailto:aice@anie.it)  
[aice.anie.it](http://aice.anie.it) - [anie.it](http://anie.it)



© **Proprietà di Federazione ANIE**  
La riproduzione, la pubblicazione e la  
distribuzione, totale o parziale, di tutto il  
materiale sono espressamente vietate  
in assenza di autorizzazione scritta da  
parte di Federazione ANIE