

# LA RESISTENZA DEI CAVI



## QUALE RESISTENZA SI DEVE CONSIDERARE

### 1. Introduzione

La resistenza  $R$  di un conduttore lungo  $L$ , di sezione  $S$ , come noto, vale  $R = \rho L/S$  essendo  $\rho$  la resistività del materiale, ad esempio  $18,51 \text{ m}\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  per il rame (a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e in corrente alternata).<sup>1</sup>

La tabella A riporta la resistenza di un metro di cavo in rame, per varie sezioni, a una temperatura di  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .<sup>2</sup> La resistenza dei cavi cambia con la temperatura perché con essa varia la resistività.

Con riferimento ai conduttori in rame, la resistività varia secondo la formula:

$$\rho_{\vartheta} = \rho_{20} [1 + 0,004 (\vartheta - 20)]$$

dove:

- $\vartheta$  è la temperatura a cui si trova il conduttore;
- $\rho_{20}$  è la resistività del rame a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $\rho_{\vartheta}$  è la resistività del rame alla temperatura  $\vartheta \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $0,004$  è il coefficiente di temperatura.<sup>3</sup>

Una volta nota la resistenza di un conduttore a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (tabella A) per trovare la resistenza alla temperatura  $\vartheta \text{ }^\circ\text{C}$  è sufficiente moltiplicare per il rapporto delle resistività. La resistenza dei cavi serve per calcolare la caduta di tensione, la corrente massima e minima di cortocircuito e la corrente di guasto a terra.

In relazione alla grandezza da calcolare cambia la temperatura dei conduttori da considerare e dunque la loro resistenza come di seguito indicato.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Il valore  $18,51 \text{ m}\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  per la resistività del rame a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e in corrente alternata trova conferma nel rapporto tecnico CLC/TR 50480 (2011) "Determination of cross-sectional area of conductors and selection of protective devices" del Cenelec (non recepito dal CEI) e nella norma CEI EN 60909-0 (2016) "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti".

<sup>2</sup> La tabella A riporta i valori di resistenza considerati dalla norma CEI EN 60228 (2005) "Conduttori per cavi isolati" e ripresi dalla tabella CEI UNEL 35023 (2012) relativa alle cadute di tensione.

Nel rapporto tecnico CLC/TR 50480 (2011) del Cenelec, i valori di resistenza a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  sono mediamente inferiori del 5,2% circa, in quanto corretti per tenere conto dell'effetto pelle e di prossimità.

Si ricorda che la sezione reale dei conduttori flessibili (non rigidi) è data dalla somma delle sezioni dei singoli fili elementari di rame ed è dunque inferiore alla sezione nominale.

<sup>3</sup> Il coefficiente di temperatura  $0,004$  è considerato nel rapporto tecnico CLC/TR 50480 (2011) del Cenelec ed è ritenuto sufficientemente preciso per la maggior parte delle applicazioni pratiche dalla norma CEI EN 60909-0 (2016). La norma CEI EN 60228 (2005) "Conduttori per cavi isolati" considera un coefficiente di temperatura pari a  $0,004$  nell'Allegato A e pari a  $0,00393$  nell'Allegato B.

<sup>4</sup> Questa nota costituisce un aggiornamento dell'articolo pubblicato su TNE 3/00, pag. 16 basato sul rapporto tecnico Cenelec R064-003 ormai superato da tempo dal rapporto tecnico CLC/TR 50480. Dopo tanto tempo non conviene segnalare soltanto le differenze, ma riprendere completamente l'argomento, anche a vantaggio dei nuovi abbonati.

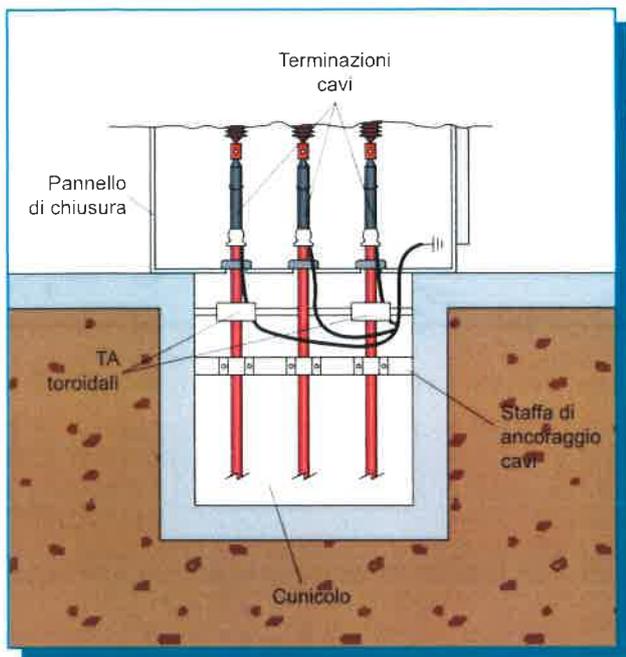


Fig. 6 - Esempio di installazione di TA toroidali di linea e di bloccaggio dei cavi MT con staffe fissate al cunicolo.

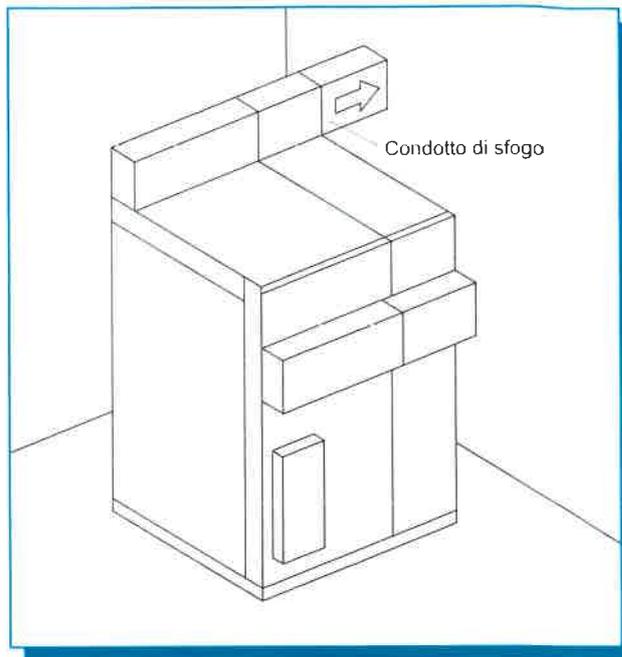


Fig. 7 - Esempio di condotto di sfogo dei gas all'esterno del locale.



### Una struttura metallica ha una probabilità maggiore di essere fulminata?

La probabilità di fulminazione diretta di una struttura aumenta al diminuire della impedenza verso terra della struttura misurata nel punto di impatto del fulmine; ciò perché la minore impedenza facilita il movimento delle cariche elettriche e dunque la formazione della controscarica. Tale impedenza è la somma di due addendi: l'impedenza propria della struttura e l'impedenza di terra.

Se si considerano due strutture con la stessa impedenza di terra, l'edificio con struttura metallica presenta un'impedenza complessivamente minore. La frequenza di fulminazione è dunque, nell'ipotesi suddetta, maggiore per la struttura metallica. Questo è vero in teoria; in pratica bisogna riconoscere che la differenza è minima, perché l'impedenza della struttura è in genere trascurabile rispetto a quella di terra.

La norma perciò considera la frequenza di fulminazione indipendente sia dal materiale costituente la struttura sia dall'impedenza di terra.

Si può peraltro asserire che il fulmine produce un danno minore sulla struttura metallica, perché:

- il fulmine è assimilabile ad un generatore ideale di corrente. la quantità di calore sviluppato e i conseguenti effetti termici aumentano perciò proporzionalmente alla resistenza della struttura percorsa dal fulmine;
- la struttura metallica, più o meno continua, scherma il valore interno rispetto al campo elettromagnetico esterno e riduce pertanto gli effetti indotti (scariche pericolose e sovratensioni).

Si può dunque dedurre che, in generale, il rischio relativo al fulmine, inteso come prodotto della frequenza di fulminazione per l'entità media del danno, è minore per una struttura metallica rispetto ad una struttura non metallica.

La tenuta dei quadri classificati all'arco interno IAC (Internal Arc Classified) è assicurata se sono installati secondo le istruzioni del costruttore.<sup>8</sup>

I gas generati dall'arco elettrico possono essere indirizzati in luogo controllato all'esterno del locale, tramite un idoneo condotto di sfogo in genere fornito dal costruttore, da installare secondo le indicazioni dello stesso, fig. 7.<sup>9</sup> I gas prodotti dall'arco possono essere immessi anche all'interno del locale quando le unità funzionali sono

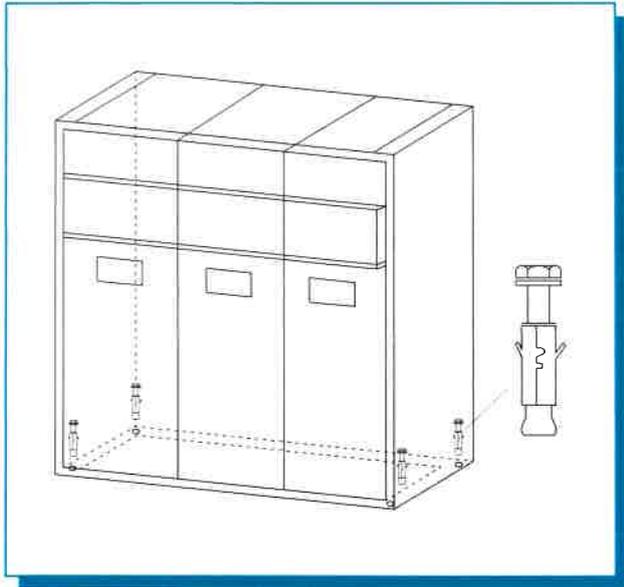


Fig. 4 - Esempio di fissaggio al pavimento di un quadro MT con tasselli.

dotate di filtri in grado di raffreddare e ridurre la pressione interna dei gas prodotti dall'arco.

Ad esempio, i gas possono essere diretti verso la parte alta del quadro contro la parete retrostante, se il quadro è addossato ad essa, oppure nel cavedio se il quadro è posizionato in mezzo al locale.

Nel primo caso il quadro deve avere il fondo di chiusura a prova di pressione e idonea distanza dal soffitto; nel secondo caso occorre realizzare il cunicolo con le caratteristiche e le dimensioni minime indicate dal costruttore del quadro ed in modo che i prodotti dell'arco non interessino il personale.

<sup>8</sup> La tenuta all'arco riguarda la sicurezza delle persone e dei beni. L'unità funzionale a prova d'arco interno è definita dalla classe di accessibilità:

- A: accessibile solo a persone autorizzate;
- B: accessibile anche a persone comuni.

Gli effetti esterni dell'arco interno sono valutati mediante tele di cotone montate su telai. Per la classe B il tessuto è di 40 g/m<sup>2</sup> con riferimento alla camicia di una persona comune presente davanti al quadro; per la classe A la tela è più pesante 150 g/m<sup>2</sup> poiché simula la tuta di lavoro di una persona autorizzata.

La classe di accessibilità va riportata in targa (con corrente di prova e durata).

Se la classe di accessibilità è diversa sui lati del quadro, si aggiunge:

- F: lato anteriore (frontale);
- L: lato laterale;
- R: lato posteriore.

Ad esempio, una unità funzionale con la sigla "IAC - AFL 16 kA 1 s" è accessibile a persone autorizzate (A) relativamente ai lati anteriore (F) e laterali (L) fino a 16 kA per un secondo mentre il lato posteriore (R) non è accessibile.

<sup>9</sup> In questo caso, la distanza del quadro dal soffitto diventa irrilevante.

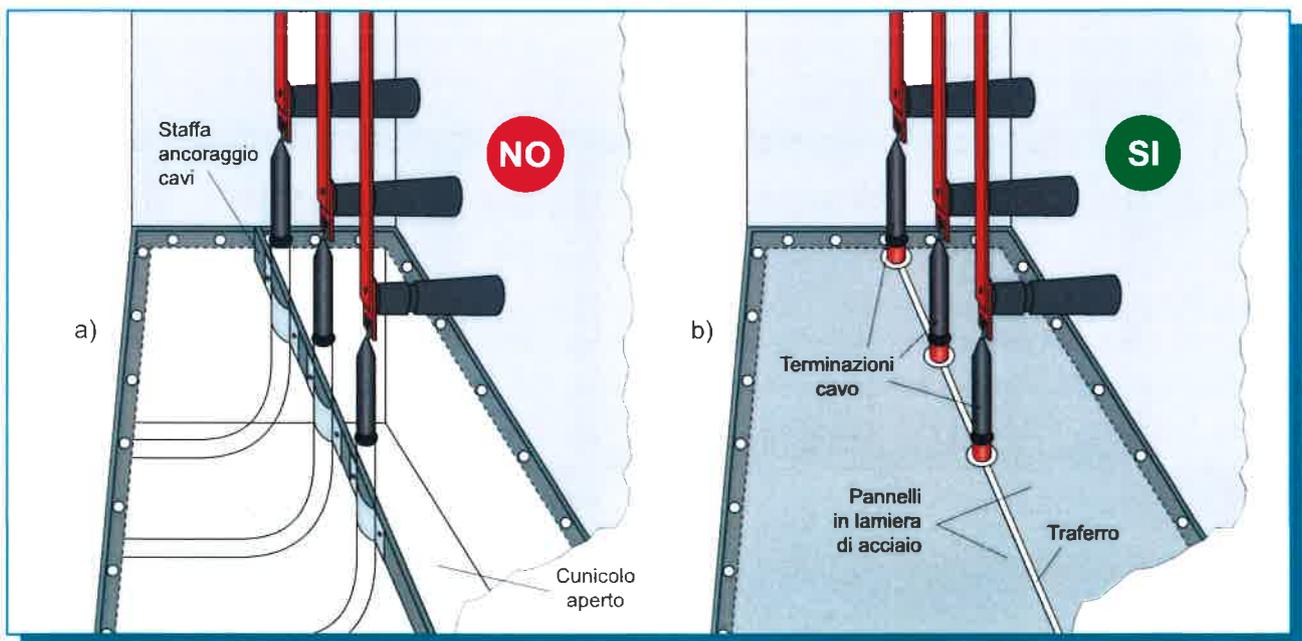


Fig. 5 - a) il cunicolo aperto non è consigliabile; b) i pannelli di chiusura sul fondo quadro devono avere un traferro per ridurre le correnti indotte nel ferro.

due semipannelli metallici (lamiera di acciaio), forniti a corredo dallo stesso costruttore, da asolare per il passaggio dei cavi.<sup>6</sup>

I due semipannelli in lamiera di acciaio, in corrispondenza dell'ingresso cavi MT, devono essere distanziati tra loro di qualche millimetro (traferro) e fissati con viti al telaio della stessa unità funzionale, fig. 5.<sup>7</sup>

I cavi devono essere opportunamente fissati alla struttura del quadro o sul cunicolo per resistere alle sollecitazioni

elettrodinamiche in condizioni di cortocircuito, fig. 6. Eventuali TA toroidali di linea (TA-T) e/o TA omopolare (TO) possono essere installati nel cunicolo, fig. 6.

<sup>6</sup> Questo limita gli effetti di condensa in presenza di acqua o di forte umidità nel cunicolo.

<sup>7</sup> Senza il traferro le correnti indotte dal campo magnetico producono il riscaldamento e le vibrazioni del pannello. Ciò non avviene se il cavo è tripolare o se il pannello di fondo è in materiale amagnetico.

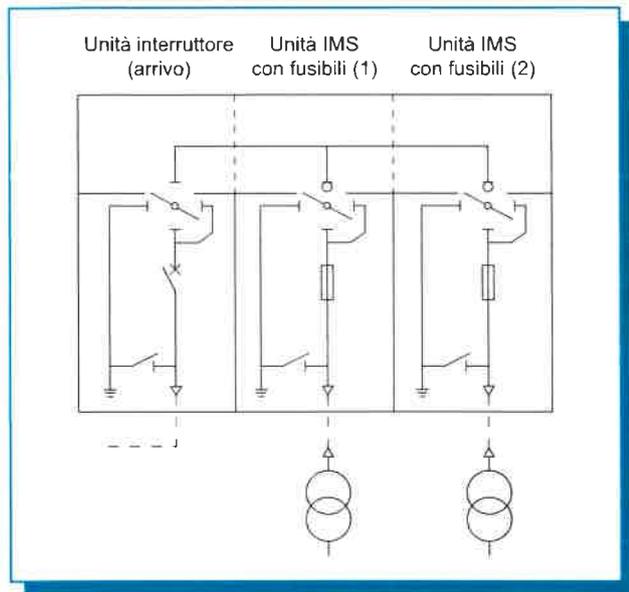


Fig. 1 - Esempio di suddivisione per unità funzionali di un quadro di media tensione.

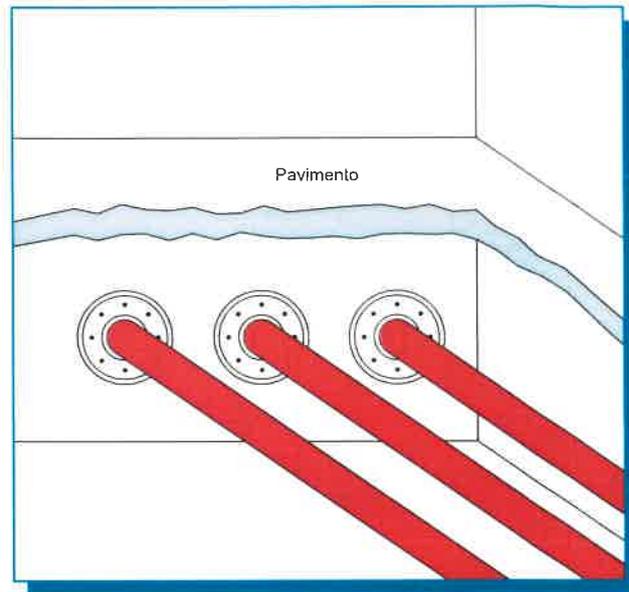


Fig. 3 - Tamponamento delle tubazioni entranti nella vasca sottopavimento con passacavo.

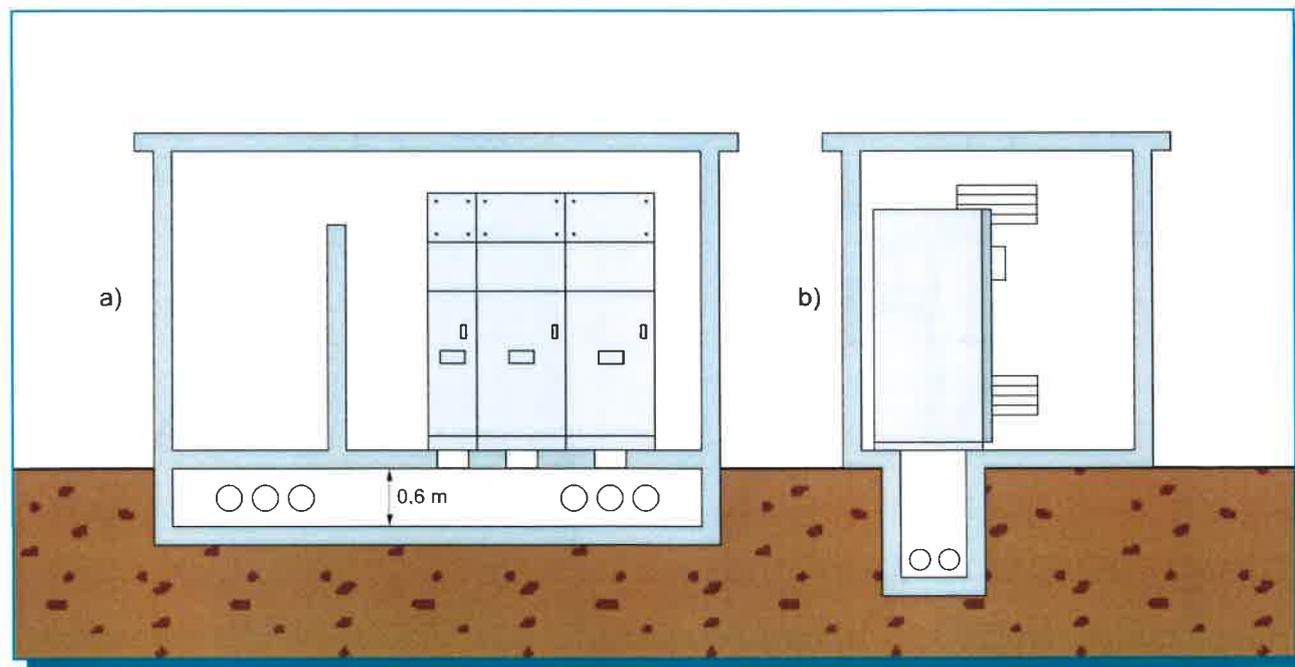


Fig. 2 - Esempi di posa quadri MT posizionati su: a) vasca prefabbricata sotto il pavimento di cabina; b) cunicolo.



*È più facile imparare dalle figure che dallo scritto - leggere le figure e guardare il testo - secondo il detto per cui vale più un vedere che cento sentire. Una successione di soluzioni, suggerimenti ed esempi che formano nel complesso un ricco bagaglio professionale.*

## Installazione dei quadri in media tensione

I quadri MT sono in genere composti da una, o più unità funzionali, assemblate sul posto, fig. 1.<sup>1</sup>

L'assemblaggio riguarda gli involucri metallici nonché il collegamento delle barre di fase e di terra delle unità funzionali da effettuare con bulloneria fornita dal costruttore, serrata con chiave dinamometrica regolata secondo le indicazioni dello stesso.<sup>2</sup>

In genere i quadri MT con ingresso dei cavi dal basso sono posizionati su cunicolo, o su vasca prefabbricata, sotto il pavimento di cabina o sul pavimento sopraelevato, per favorire la posa ed il collegamento dei cavi al quadro, fig. 2.<sup>3</sup>

È molto importante prendere provvedimenti per evitare la raccolta di acqua sul fondo del cunicolo, o della vasca, o comunque sotto il pavimento sopraelevato, perché l'umidità può produrre condensa all'interno del quadro MT con pericolo di scariche sugli isolanti.

La parte interrata del manufatto - vasca o cunicolo - deve essere perciò stagna e le tubazioni porta cavi vanno sigillate con schiuma poliuretana, malta o meglio con appositi passacavo, fig. 3.

La superficie di appoggio del quadro sul pavimento, e/o eventuali muretti di elevazione attorno al cunicolo, ad esempio per il contenimento dell'eventuale fuoriuscita dell'olio dal trasformatore, deve essere piana e livellata.<sup>4</sup> I quattro angoli di base del quadro vanno fissati al pavi-

mento, o sui muretti, con tasselli seguendo le indicazioni del costruttore, fig. 4.

Quando l'ingresso cavi è dall'alto, l'involucro delle unità funzionali può essere privo del fondo di base visto che il pavimento dove appoggia il quadro può essere considerato parte integrante dell'involucro, CEI EN 62271-200, art. 5.102.<sup>5</sup>

Quando l'ingresso cavi è dal basso ed il quadro è posto sopra un cunicolo, o comunque su un'apertura del pavimento, in pratica viene meno la base dell'involucro, perciò è opportuno tamponare il fondo del quadro con

<sup>1</sup> Un'unità funzionale è una parte di un quadro con involucro metallico comprendente tutti i componenti dei circuiti principali e dei circuiti ausiliari che concorrono all'espletamento di una specifica funzione, ad esempio unità di arrivo, unità di partenza, unità trasformatore, CEI EN 62271-200, art. 3.103.

<sup>2</sup> Bisogna pulire (con spazzola metallica, o tela abrasiva o idonei solventi) le superfici delle barre di fase e di terra che devono entrare in contatto.

<sup>3</sup> L'entrata dei cavi dall'alto è meno frequente.

<sup>4</sup> Se la superficie di appoggio non è piana può provocare cattivi contatti elettrici (sbarre) e tensioni meccaniche tra gli involucri delle unità funzionali del quadro.

<sup>5</sup> Le pareti della cabina non possono essere invece considerate parte integrante dell'involucro, CEI EN 62271-200, art. 5.102.

## ■ CHI PAGA?

Un mio cliente ha richiesto una nuova fornitura in bassa tensione (70 kW).

Il Distributore è a fine linea e per assecondare tale richiesta deve realizzare una cabina di trasformazione.

L'onere per realizzare la cabina (opere edili, ecc.) è a carico del Distributore?

L'utente deve realizzare solo l'eventuale impianto di illuminazione / forza motrice del locale utente?

Per. Ind. Angelo Prada  
Arosio (CO)

Secondo la norma CEI 0-21, art. 7.4.10, nota (26), l'utente deve mettere a disposizione del Distributore soltanto uno spazio per il quale ha diritto di ricevere un equo compenso (valore di mercato).

È compito del Distributore realizzare, a sua cura e spese, la cabina MT/BT e alimentare l'utente in BT.

La cabina MT/BT, dunque, è di proprietà del Distributore e conseguentemente non c'è alcun locale utente. ■

## ■ CAVI SCHERMATI

Ho consultato il vostro libro "Protezione contro le sovratensioni" dove nella fig. 4.7 si vedono gli schermi dei cavi messi a terra ad entrambe le estremità, mentre gli informatici per le reti dati richiedono il collegamento a terra soltanto in un punto. Ho perso qualcosa nella consultazione?

Per. Ind. Manlio Balatresi  
Firenze

Non ha perso alcunché. La messa a terra degli schermi dei cavi ad entrambe le estremità ha la finalità di ridurre le sovratensioni come trova indicato nel par. 2.7.2 del volume. La circolazione di corrente sugli schermi è mal vista dagli elettronici perché può causare disturbi sul segnale e per tale motivo possono richiedere il collegamento dello schermo soltanto in un punto.

Nel caso in cui occorra evitare disturbi sul segnale e al tempo stesso sfruttare lo schermo per ridurre le sovratensioni è possibile utilizzare cavi a doppio schermo, con lo schermo più interno collegato soltanto ad un'estremità. ■

## ■ CAVO SEGNALE CPR D<sub>ca</sub>

In un edificio di dieci piani adibito ad uffici devo installare una rete di controllo tra centinaia di moduli connessi con cavi dati RS485 schermati e cavi FTP cat. 6 per rete LAN ethernet.

Per i collegamenti RS485 vorrei utilizzare un cavo con classe di reazione al fuoco D<sub>ca</sub>.

Gli uffici però hanno un rischio di incendio medio (luoghi marci) per cui devo necessariamente impiegare cavi con classe di reazione al fuoco C<sub>ca</sub>?

Ing. Roberto Ferrari  
Milano

Come ribadito più volte su queste pagine, la scelta del tipo di cavo CPR va fatta secondo le regole stabilite dalla norma CEI 64-8 e non in base alla destinazione d'uso della struttura oppure al relativo rischio di incendio. Ciò vale anche per i cavi di segnale, TNE 2/18, pag. 17.

Un cavo con classe di reazione al fuoco D<sub>ca</sub> presenta caratteristiche di reazione al fuoco migliori di un cavo E<sub>ca</sub> e può dunque seguire ad abbondanza le stesse regole di installazione previste per tali cavi.

In particolare, può installare un fascio di cavi D<sub>ca</sub> incassati in strutture non combustibili (ad es. sottotraccia) oppure in tubi o involucri metallici con grado di protezione almeno IP4X, TNE 5/18, pag. 14. ■



All'aria aperta!

## ■ VERIFICHE QUADRI

Mi è stato richiesto di effettuare le verifiche periodiche sui quadri elettrici di distribuzione all'interno di un'azienda. Esiste una norma o altro documento che indichi quali sono le verifiche da eseguire su un quadro elettrico nonché la periodicità di tali verifiche?

Ing. Nicola Maddalena  
Lucera (FG)

Il costruttore di un quadro, in accordo con la norma CEI EN 61439-1, art. 6.2.2, deve "specificare nei suoi documenti o cataloghi le eventuali condizioni per l'installazione, la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione

del quadro e degli apparecchi in esso contenuti". Inoltre, quando necessario, le istruzioni devono riportare "l'estensione e la frequenza della manutenzione".

Va però aggiunto che è compito del responsabile della manutenzione dell'impianto definire in dettaglio nel piano di manutenzione le attività da effettuare e la relativa periodicità, tenuto conto delle indicazioni del costruttore del quadro, delle condizioni ambientali e di servizio a cui il quadro è sottoposto, delle specifiche esigenze di sicurezza e/o continuità di servizio dell'impianto, ecc.

La guida CEI 121-5 relativa ai quadri elettrici di bassa tensione riporta un esempio di piano di manutenzione ordinaria declinato in due esempi con le relative periodicità, tabella A. Ovviamente si tratta soltanto di un esempio che può essere modificato come ritenuto più opportuno. ■

Tabella A - Esempio di piano di manutenzione (CEI 121-5).

Operazione	Periodicità controlli	
	Quadro con $I_n = 630 A$	Quadro con $I_n = 1600 A$
Controllo visivo del quadro e rilievo fattori anomali (annerimenti, ecc.)	sei mesi	sei mesi
Controllo e test di intervento dei circuiti di emergenza e dei dispositivi di emergenza	sei mesi	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni ottiche (di emergenza)	sei mesi	sei mesi
Controllo funzionamento delle segnalazioni acustiche (di emergenza)	sei mesi	sei mesi
Lubrificazione di tutti gli organi meccanici (leverismi, interblocchi, maniglie, ecc)	un anno	due anni
Verifica serraggio bulloneria, viti componenti, viti morsetti	un anno	sei mesi
Verifica serraggio ed ispezione visiva dell'integrità dei circuiti di protezione	un anno	sei mesi
Controllo funzionamento meccanico manovre ed interblocchi	un anno	un anno
Controllo stato mantenimento dell'isolamento dei conduttori (a vista)	un anno	due anni
Verifica di funzionamento di apparecchiature di misura, controllo e regolazione	un anno	un anno
Controllo funzionamento ventole di raffreddamento o condizionatori e pulizia filtri	un anno	un anno
Controllo funzionamento resistenze di riscaldamento ed anticondensa	un anno	un anno
Controllo presenza organi accessori (chiavi, maniglie di estrazione, ecc.)	un anno	un anno
Controllo presenza eventuali materiali per manutenzioni straordinarie (fusibili, lampadine, ecc.)	un anno	un anno
Controllo strumentale dei dispositivi di protezione (relè differenziali, ecc.) <sup>(1)</sup>	due anni	due anni
Controllo stato di mantenimento schermi e ripari	tre anni	cinque anni
Controllo stato di usura delle apparecchiature (ossidazione contatti, ecc.)	tre anni	tre anni
Verifica strumentale dell'isolamento dei circuiti	cinque anni	cinque anni
Verifica strumentale della continuità dei conduttori di protezione	cinque anni	cinque anni
Apparecchiature e componenti incorporati	(2)	(2)
Verifica presenza targa identificativa e schema elettrico con eventuale aggiornamento	tre anni	tre anni

<sup>(1)</sup> La prova dei relè differenziali (tasto di prova) deve essere eseguito ogni semestre, se l'ambiente risulta essere critico (presenza di polvere, atmosfere corrosive, atmosfere saline, ecc.), deve essere eseguito mensilmente.

<sup>(2)</sup> Come da istruzioni d'uso e manutenzione del singolo componente.

Una tesi che può sostenere sul piano tecnico, perché i cavi rosso o viola, conformi alla norma CEI 20-105, hanno le stesse caratteristiche, ma che può essere contestata sul piano formale.

A consigliare prudenza anche il parallelo con gli impianti elettrici in cui l'impiego di un cavo di colore blu come conduttore di fase se nell'impianto non è distribuito il neutro, è ammesso perché esplicitamente previsto dalla norma. ■

## ■ PALCOSCENICO

*È in corso l'iter per il rilascio dell'agibilità di un auditorium comunale da circa 400 posti a sedere.*

*Nella relazione di progetto, il professionista ha previsto l'impiego di cavi a bassa emissione di fumi e acidità, salvo poi indicare nello schema del quadro elettrico di collegamento di tutti i proiettori, l'impiego di cavi H07RN-F che hanno classe di reazione al fuoco E<sub>ca</sub>.*

*Il problema riguarda un fascio di 26 cavi, a servizio di proiettori e argani, per un totale di oltre 1000 m di cavo, direttamente fascettati alle travi di legno delle strutture lignee della banchina e della copertura in legno lamellare, senza alcuna canalizzazione di supporto, tubazione o similare.*

*Il progettista sostiene che trattandosi di cavi per posa mobile sono accettabili. Non sono d'accordo, chi ha ragione?*

*Ing. Luca Cozzi  
Mozzate (CO)*

Nel caso specifico, il cavo H07RN-F è inadeguato perché, oltre a non essere a bassa emissione di fumi e acidità, avendo classe di reazione al fuoco E<sub>ca</sub>, non è idoneo per la posa in fascio, TNE 6/17, pag. 5.

Il progettista avrebbe dovuto impiegare altri cavi, ad esempio H07ZZ-F i quali hanno le stesse caratteristiche meccaniche dei cavi H07RN-F, ma non presentano le suddette limitazioni avendo classe di reazione al fuoco C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1. ■

## ■ CANTIERE ATEX

*È necessario prevedere un progetto, timbrato e firmato da un professionista abilitato, per la realizzazione di un impianto temporaneo di cantiere da realizzarsi in parte in zona classificata ATEX?*

*Ing. Gianni Nuzzolese  
Altamura (BA)*

Per un impianto di cantiere non è mai richiesto il progetto da parte di un professionista iscritto all'albo, neanche se

alimentato da una cabina MT/BT oppure installato in un luogo marcio, medico o con pericolo di esplosione, TNE 1/14, pag. 17.

## ■ CPR SOLTANTO CAVI

*La direzione lavori ci richiede la dichiarazione di prestazione (DoP) dei materiali utilizzati nell'impianto elettrico ai sensi del regolamento prodotti da costruzione (CPR).*

*Oltre ai cavi, ci sono altri componenti dell'impianto che devono avere la DoP?*

*Ing. Daniele Riva  
Pisano di Prato (UD)*

Per quanto riguarda l'impianto elettrico, il regolamento CPR si applica soltanto ai cavi. ■

## ■ TARGHE OTTICO/ACUSTICHE

*Esiste qualche norma che indichi la distanza minima a cui devono essere installate le targhe ottico/acustiche di un impianto di rivelazione incendio rispetto alle lampade di sicurezza sempre accese per l'indicazione delle vie di esodo?*

*Per. Ind. Carlo Defant  
Lavis (TN)*

Gli avvisatori luminosi non devono essere installati vicini ad apparecchi di illuminazione per ovvi motivi, ma le norme non stabiliscono una distanza minima. ■

## ■ CLIPS

*Devo rilasciare una DIRI per un condominio. Per evitare il distacco di tubazioni rigide installate a parete a circa 2 m di altezza (da cui sono state fatte delle derivazioni) sono state impiegate clips a pressione invece di quelle con chiusura a scatto. Va bene?*

*Per. El. Antonino Alfio Genovese  
Roma*

La norma CEI 64-8 non stabilisce il tipo di dispositivo di fissaggio (clips) da impiegare, occorre seguire le istruzioni per l'uso fornite dal costruttore.

Secondo la norma di prodotto CEI EN 61386-25 è compito del costruttore indicare la compatibilità tra il dispositivo di fissaggio ed i diversi tubi. ■

Nell'allegato BB della norma suddetta trova anche le istruzioni per l'installazione e il collegamento dei recinti elettrici, le quali devono comunque essere fornite dal costruttore. In altre parole, ai fini della protezione dai contatti diretti e indiretti, è sufficiente applicare le regole generali (CEI 64-8) al circuito di alimentazione della centralina del dissuasore perché la sicurezza a valle è assicurata dal costruttore. ■

## ■ CLIENTI NASCOSTI 1

*Una società possiede un traliccio ed un fabbricato adiacente, costituito da un unico locale, dove ospita rispettivamente le antenne ed i relativi apparati di trasmissione di diverse emittenti radiotelevisive.*

*Il POD è unico ed è intestato alla società proprietaria del traliccio e del fabbricato, la quale fattura pro quota alle singole società radiotelevisive i relativi consumi elettrici sotto la voce "servizi". Le diverse società radiotelevisive sono da considerare "clienti nascosti"?*

*Ing. Bruno Carraffa  
Trecastagni (CT)*

Non si configurano clienti finali nascosti perché l'unità di consumo è unica per i motivi illustrati su TNE 9/18, pag. 3 e seguenti. ■

## ■ CLIENTI NASCOSTI 2

*È possibile conoscere quanti sono ad oggi gli iscritti nel registro ASDC (altri sistemi di distribuzione chiusi)?*

*Da un elenco pubblicato dall'Autorità sembrano molto pochi, mentre il problema dei clienti finali nascosti dovrebbe avere interessato moltissimi utenti.*

*Ing. Sandro Lazzarotto  
Genova*

Gli ASDC iscritti nel relativo registro tenuto dall'Autorità sono soltanto ventitre al 25/9/19.

Va aggiunto però che gestire un ASDC è complicato (il gestore svolge di fatto il ruolo di Distributore) per cui è più semplice che il cliente finale nascosto si metta in regola tramite una richiesta di connessione al Distributore locale, anche tramite POD virtuali, TNE 10/18, pag. 10.

Non va inoltre dimenticato che l'obbligo di adeguarsi nei confronti del Distributore ricade sul cliente finale nascosto, non su chi lo nasconde.

Senza dubbio i clienti nascosti sono tuttora molto numerosi, ma siamo in Italia e tanti sono abituati a giocare a nascondino con le diverse Autorità... in attesa di un "liberi tutti".

La probabilità che un cliente nascosto sia individuato aumenta se fa parte di un sistema in cui è presente un produttore, TNE 6/18, pag. 9. ■

## ■ CLIENTI NASCOSTI 3

*Un mio cliente vuole suddividere un ambiente attualmente unico in cinque uffici da destinare a coworking, o se necessario, per affittarli con contratti di affitto più lunghi, anche di qualche mese.*

*Vorrebbe attivare un'unica fornitura di energia elettrica e contabilizzare privatamente l'energia consumata, inserendola nella quota mensile come servizi. È possibile o si creano utenti nascosti?*

*Fabrizio Pozzi  
Domodossola (VB)*

Se i diversi uffici non costituiscono unità immobiliari a sé stanti, non si configurano clienti finali nascosti, TNE 9/18, pag. 11, punto 20. ■

## ■ INCENDIO ROSSO O VIOLA

*È possibile usare un cavo FG40M1 100/100 V con guaina di colore viola (adatta per sistemi EVAC) per un impianto di rivelazione e segnalazione incendi in un'attività dove non è presente un sistema EVAC?*

*Ing. M. Oldani  
Corbetta (MI)*

Prima del 1/10/13, la guaina dei cavi conformi alla norma CEI 20-105 era soltanto di colore rosso.

A partire da tale data, la variante V1 alla norma CEI 20-105 ha previsto che "per i sistemi di evacuazione vocale... il colore della guaina deve essere viola", TNE 12/13, pag. 15.

Secondo la norma UNI 9795, art. 7.1.1 "Nel caso di sistemi di evacuazione vocale,..., al fine di distinguere agevolmente le linee del sistema di rilevazione fumi dalle linee del sistema di evacuazione vocale, è richiesto l'impiego di cavi... con rivestimento esterno di colore viola".

Se la guaina viola è richiesta soltanto per i sistemi EVAC, ne discende che per gli impianti di rivelazione e allarme incendio (IRAI) occorre utilizzare cavi con la guaina di colore rosso, posto che non esistono altri colori disponibili per i cavi CEI 20-105.

Ciò premesso, la sua tesi è: non ho (e non avrò mai) un sistema EVAC, per cui non ho bisogno di distinguere i cavi tra loro e uso il cavo viola per l'impianto IRAI.

Se però l'utente è attivo, la verifica con la cassetta prova relè uscita dalla porta, rientra dalla finestra, perché richiesta ai fini dell'aggiornamento del regolamento di esercizio, TNE 7/19, pag. 10. ■

## ■ AFFIDABILITÀ LINEA POMPA ANTINCENDIO

*Per una struttura alberghiera, il progettista antincendio ha previsto un'elettropompa.*

*Ho dunque prelevato l'alimentazione subito a valle del contatore, direttamente a monte dell'interruttore generale dell'impianto.*

*Il funzionario dei VV.F. a cui ho chiesto una visione preliminare del progetto mi chiede una dichiarazione del Distributore che attesti che non ci saranno interruzioni sulla rete, altrimenti occorre prevedere una motopompa.*

*È una richiesta legittima?*

*Ing. Stefano Romano  
Catanzaro*

La preoccupazione del funzionario dei VV.F di verificare che la linea di alimentazione della pompa non sia disastata è comprensibile (fidarsi è bene, non fidarsi è meglio).

Il Distributore, tuttavia, può fornire dati statistici relativi alla mancanza dell'alimentazione con riferimento agli anni passati, certamente non per quelli futuri.

È dunque sufficiente chiedere al Distributore il tempo per cui è mancata l'alimentazione negli anni passati per verificare che tale valore sia inferiore a 60 h/anno (come in genere accade, TNE 7/16, pag. 4), in accordo con la norma UNI 10779, art. A.4.1.

Se ciò non fosse sufficiente, andrebbero cambiate le norme perché sarebbe sempre necessario installare una motopompa posto che del domani non v'è certezza...! ■

## ■ DECRETO FER

*Alla luce del nuovo decreto FER (DM 4/07/19), con riferimento ad un impianto fotovoltaico, vorrei sapere:*

- 1. Occorre il certificato di collaudo per accedere all'incentivo?*
- 2. Se il certificato di collaudo non è richiesto dal GSE, va comunque rilasciato al cliente ai sensi del DM 37/08?*
- 3. A quale tipologia di impianti FV si applica il DM 37/08?*

*Ing. Giuseppe Stinà  
Siderno Marina (RC)*

- 1. Il certificato di collaudo non è richiesto ai fini dell'accesso agli incentivi in quanto non previsto dal decreto FER*

*né dal regolamento operativo per l'accesso agli incentivi predisposto dal GSE.*

- 2. Il certificato di collaudo non è richiesto ai sensi del DM 37/08.*

- 3. Nessun impianto fotovoltaico che accede agli incentivi ai sensi del decreto FER è soggetto al DM 37/08 in quanto di potenza  $P > 20$  kW. ■*

## ■ PICCIONI & COMPANY

*Un dissuasore per volatili per facciate e coperture di edifici è composto da una centralina che invia un impulso di corrente lungo una banda elettrificata con due strisce di rame coperte da una guaina conduttiva, fig. 1.*

*L'impulso dura una frazione di secondo, ad intervalli di 1,3 s, con una tensione di 5000 V c.c. ed una corrente di 0,2 mA.*

*Tenuto conto che il sistema non può essere SELV vista l'entità della tensione, il doppio isolamento è inapplicabile altrimenti le bande elettrificate non darebbero la scarica, la separazione elettrica non può essere impiegata essendo la tensione superiore a 500 V, quali provvedimenti occorre adottare ai fini della protezione dai contatti diretti e indiretti?*

*Per. Ind. Alberto Sgrilli  
Pistoia*

Il dissuasore in questione deve essere dichiarato dal costruttore conforme alla norma CEI EN 60335-2-76 relativa ai recinti elettrificati. Tale norma garantisce la sicurezza delle persone perché limita:

- la frequenza di ripetizione degli impulsi (l'intervallo tra due impulsi deve essere di almeno 1 s);
- la durata dell'impulso ( $\leq 10$  ms);
- l'energia associata all'impulso ( $\leq 5$  J).

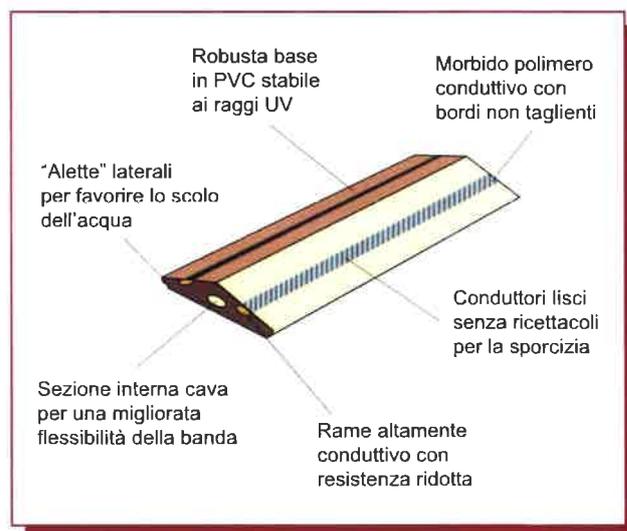


Fig. 1 - Dissuasore per volatili.



## Lettere a TuttoNormel

*Le lettere a TuttoNormel vogliono stabilire un colloquio a distanza con gli abbonati, al fine di scambiare opinioni ed esperienze, ricevere e fornire soluzioni a problemi di interesse generale.*

*Una tribuna autorevole, a più voci, che concorre a formare l'opinione prevalente su temi attuali.*

### ■ SPI E STABILIZZATORI DI TENSIONE

*Spesso mi imbatto in piccoli produttori fotovoltaici o idroelettrici che subiscono frequenti interventi del sistema di protezione di interfaccia (SPI) per perturbazioni di rete.*

*Una società propone una soluzione che prevede l'installazione di uno stabilizzatore di tensione subito a valle del punto di connessione. A mio avviso tale soluzione va in conflitto con l'idea stessa di protezione di interfaccia che dovrebbe essere sensibile alla tensione di rete ed invece, così facendo, "vedrebbe" solo più una tensione stabilizzata che nulla ha a che vedere con la rete del Distributore.*

*Gradirei una vostro parere.*

*Ing. Ugo Rije  
Orbassano (TO)*

Ha ragione, se viene installato uno stabilizzatore di tensione a monte (nel verso dell'energia immessa in rete) dell'SPI, la protezione non è più in grado di svolgere il proprio compito poichè misura una tensione "stabilizzata" e non quella della rete del Distributore.

Nelle norme CEI 0-16 e CEI 0-21, il divieto di installare tale dispositivo è implicito nelle funzioni attribuite all'SPI, il

quale deve scollegare l'utente in presenza di valori anomali di tensione e frequenza sulla rete del Distributore.

In una futura revisione delle norme, è opportuno che tale divieto venga esplicitato così da eliminare qualsiasi dubbio in merito. ■

### ■ DIDA E CASSETTA PROVA RELÈ

*In una cabina MT/BT non adeguata (connessa alla rete prima del 2008) vengono installati ex novo DG + SPG conformi all'attuale norma CEI 0-16.*

*Per rilasciare la dichiarazione di adeguatezza e non pagare più il CTS, occorre effettuare la verifica con la cassetta prova relè?*

*Per. Ind. Marco Colombi  
Gorle (BG)*

Ai fini del rilascio della DIDA, si applica quanto indicato nel modulo della DIDA stessa.

È dunque sufficiente effettuare la prova con il pulsante, almeno finché tale modulo non sarà eventualmente aggiornato dall'Autorità, TNE 1/17, pag. 20.

**Tabella 1 - Nuovi cavi CPR resistenti al fuoco conformi alla norma CEI 20-105.**

<b>Tipi di cavi</b>	<b>Vecchi cavi (ante CEI 20-105 V2)</b>	<b>Nuovi cavi CPR (post CEI 20-105 V2)</b>
Non schermati	FTE4OM1 100/100 V	FTS29OM16 100/100 V
	FG4OM1 100/100 V	FG29OM16 100/100 V
Schermati	FTE4OHM1 100/100 V	FTE29OHM16 100/100 V
	FG4OHM1 100/100 V	FG29OHM16 100/100 V

Per i cavi bipolari sono normalizzate anche le sezioni 4 mm<sup>2</sup> e 6 mm<sup>2</sup> utili in diversi casi per rispettare i limiti sulle cadute di tensione, TNE 2/18, pag. 7. <sup>2</sup>

I nuovi cavi CPR (CEI 20-105) hanno classe di reazione al fuoco C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1.

Per quanto riguarda la resistenza al fuoco, le prove non cambiano perché, come già detto per i cavi CEI 20-45, non sono disponibili nuove norme armonizzate.

Per i cavi CEI 20-105, che hanno sezioni limitate (0,5 ÷ 6) mm<sup>2</sup>, le prove sono condotte secondo la norma CEI EN 50200 applicabile ai cavi con un diametro esterno ≤ 20 mm. <sup>3</sup>

La resistenza al fuoco minima richiesta è 30 min (PH 30), uguale ai vecchi cavi.

I nuovi cavi CPR devono essere marcati almeno con:

- nome del produttore o del suo marchio di fabbrica; <sup>4</sup>
- descrizione del prodotto o sigla di designazione;
- classe di reazione al fuoco (C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1);
- durata di resistenza al fuoco (PH 30 secondo CEI EN 50200).

I cavi possono essere marcati anche con elementi aggiuntivi, ad esempio marchi volontari (IMQ), anno di costruzione, ecc.

Un esempio di marcatura minima ed estesa dei nuovi cavi CPR è rispettivamente di seguito riportata:

- Produttore FTS29OM16 100/100 V 2x1,5 C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1 PH 30;
- Produttore CEI 20-105 FG29OHM16 100/100 V 2x1,5 C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1 PH 30 U<sub>0</sub>= 400 V 2018 IEMMEQU EFP  
Nome Commerciale

Nulla cambia circa i colori dei conduttori e della guaina.

### **CAVI AD ISOLAMENTO MINERALE**

I cavi ad isolamento minerale sono costituiti da conduttori di rame a filo unico (rigidi), avvolti da un isolante a base di polvere di minerale compressa e rivestiti da una guaina di rame, fig. 1.

Secondo il progetto C.1241, relativo ai cavi ad isolamento minerale non rivestiti (cioè privi di una ulteriore guaina esterna isolante), tali cavi presentano una classe di reazione al fuoco A<sub>ca</sub>. <sup>5</sup>

Come facilmente prevedibile, si tratta dunque di cavi incombustibili.



**Fig. 1 - Esempi di cavi ad isolamento minerale.**

<sup>2</sup> Finora le sezioni normalizzate erano 0,5 mm<sup>2</sup> - 0,75 mm<sup>2</sup> - 1 mm<sup>2</sup> - 1,5 mm<sup>2</sup> - 2,5 mm<sup>2</sup>.

<sup>3</sup> Nel peggiore dei casi (cavo schermato di sezione 6 mm<sup>2</sup>), il diametro esterno massimo del cavo deve essere D ≤ 14,6 mm.

<sup>4</sup> Se protetto legalmente, dal numero distintivo.

<sup>5</sup> Per rientrare in classe A<sub>ca</sub>, il cavo, provato secondo la norma EN ISO 176, deve avere un potere calorifico superiore ≤ 2 MJ/kg (UNI EN 13501-6, prospetto 1).

Per tale classe di reazione al fuoco (come le classi F<sub>ca</sub> ed E<sub>ca</sub>) non sono previsti i parametri aggiuntivi s (produzione e opacità dei fumi), d (gocciolamento di particelle infiammate), a (acidità e conduttività dei fumi).

### 3. Impiego dei nuovi cavi CPR

La norma CEI 64-8 non prescrive l'impiego di cavi con classe di reazione al fuoco B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1.

Solo nel commento all'art. 751.04.3a (prescrizioni aggiuntive per i luoghi marci di tipo A), la norma riporta tra gli esempi di cavi con  $U_o/U = 0,6/1$  kV il cavo B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1 in alternativa a un cavo C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1.

La nuova norma CEI 20-45 cambia, almeno in parte, la situazione.

Infatti, nei casi in cui la norma CEI 64-8 richiede condutture resistenti al fuoco (alimentazione dei servizi di sicurezza, art. 561.2 e art. 752.52.1), se si impiegano

cavi resistenti al fuoco per costruzione (CEI 20-45), si utilizzano necessariamente cavi B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1.

Invero, va aggiunto che sul mercato potrebbero essere disponibili cavi resistenti al fuoco conformi a norme di altri paesi con classi di reazione al fuoco inferiori, ad esempio C<sub>ca</sub>-s1b,d1,a1.

In alternativa all'impiego dei cavi resistenti al fuoco per costruzione, è possibile impiegare cavi ordinari protetti dal fuoco per installazione.

I cavi con classe di reazione al fuoco B2<sub>ca</sub>-s1a,d1,a1 possono essere impiegati anche in applicazioni particolari, dove il rischio relativo all'incendio è molto elevato, ad esempio nelle gallerie e nelle metropolitane.

## IN ARRIVO I CAVI CPR RESISTENTI AL FUOCO CEI 20-105 E AD ISOLAMENTO MINERALE

Oltre ai cavi resistenti al fuoco CEI 20-45, come noto, esistono anche cavi resistenti al fuoco CEI 20-105 per l'impiego negli impianti automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio ed i cavi ad isolamento minerale.

Il recepimento del regolamento CPR ai fini della reazione al fuoco dei suddetti cavi è in corso. Sono infatti in inchiesta pubblica i progetti di norma C.1240 (scadenza 7/11/19) e C.1241 (scadenza 2/12/19) che dovrebbero introdurre le modifiche di seguito indicate (il condizionale è d'obbligo, anche se le modifiche sono consolidate).<sup>1</sup>

### CAVI CEI 20-105

Per l'isolamento dei cavi conformi alla norma CEI 20-105, il progetto di variante V2 (C.1240) introduce tre nuove mescole:

- E29 a base di polietilene reticolato, in sostituzione della mescola E4;
- G29 elastomerica a base siliconica, in sostituzione della mescola G4;
- S29 termoplastica senza alogeni.

Per la guaina, la mescola senza alogeni M1 (a base di polimero termoplastico) è sostituita dalla mescola M16. A seguito di tali modifiche, i nuovi cavi CPR resistenti al fuoco, conformi alla norma CEI 20-105, che sostituiscono i precedenti, sono indicati in tabella 1.

Nei vecchi cavi CEI 20-105, le mescole E4 e G4 erano impiegate indifferentemente per cavi schermati e non schermati. Nei nuovi cavi CPR, soltanto la mescola G29 è utilizzata per entrambi i tipi di cavi, tabella 1.

La temperatura massima di esercizio per i cavi CEI 20-105 passa da 90 °C a 70 °C. A parità di sezione, dunque, tra vecchi e nuovi cavi, la portata diminuisce.

<sup>1</sup> Progetto C.1240 "Cavi elettrici per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale:  $U_o/U: 100/100$  V".

Progetto C.1241 "Cavi per energia ad isolamento minerale non rivestiti con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Tensione nominale non superiore a 750 V - Classe di reazione al fuoco A<sub>ca</sub>".

(Continua)

I cavi con diametro esterno  $\leq 20$  mm possono essere cavi di energia o segnale, quelli con diametro esterno  $> 20$  mm, in genere, sono soltanto cavi di energia.

Secondo la nuova norma CEI 20-45, la sigla da riportare sul cavo per indicare la resistenza al fuoco è: <sup>10</sup>

- PH 120, se provato secondo la norma CEI EN 50200;
- F 120, se provato secondo la norma CEI EN 50362.

Il diametro esterno del cavo, però, a parità di sezione nominale, varia con il costruttore. Potrebbe dunque succedere che lo stesso cavo riporti sulla guaina la sigla PH 120 se prodotto dal costruttore X oppure la sigla F 120

se prodotto dal costruttore Y, ma la resistenza al fuoco del cavo non cambia nei due casi.

### Marchatura

I nuovi cavi CPR devono essere marcati almeno con:

- nome del produttore o del suo marchio di fabbrica; <sup>11</sup>
- descrizione del prodotto o sigla di designazione;
- classe di reazione al fuoco ( $B2_{ca-s1a,d1,a1}$ ); <sup>12</sup>
- durata di resistenza al fuoco (PH 120 secondo CEI EN 50200 oppure F 120 secondo CEI EN 50362).

I cavi possono essere marcati anche con elementi aggiuntivi, ad esempio marchi volontari (IMQ), anno di costruzione, ecc.

Un esempio di marcatura minima ed estesa dei nuovi cavi CPR è riportata in fig. 2.

### Tipo di posa

I nuovi cavi CPR resistenti al fuoco sono adatti soltanto per posa fissa.

Secondo l'edizione precedente della norma CEI 20-45, i cavi con conduttori flessibili (non rigidi) potevano essere impiegati anche per collegamenti mobili se con guaina elastomerica reticolata senza alogeni M2.

### Altre informazioni

Nulla cambia per quanto riguarda le portate di corrente, l'identificazione dei conduttori, eventuali schermature ed armature.

<sup>10</sup> La nuova norma CEI 20-45 non fa più riferimento alla norma CEI UNEL 35012 "Classificazione dei cavi in relazione al comportamento al fuoco". Tale norma infatti prevede soltanto la marcatura PH e dunque dovrà essere aggiornata.

<sup>11</sup> Se protetto legalmente, dal numero distintivo.

<sup>12</sup> Per agevolare la marcatura, la sigla "ca" non è pedice.

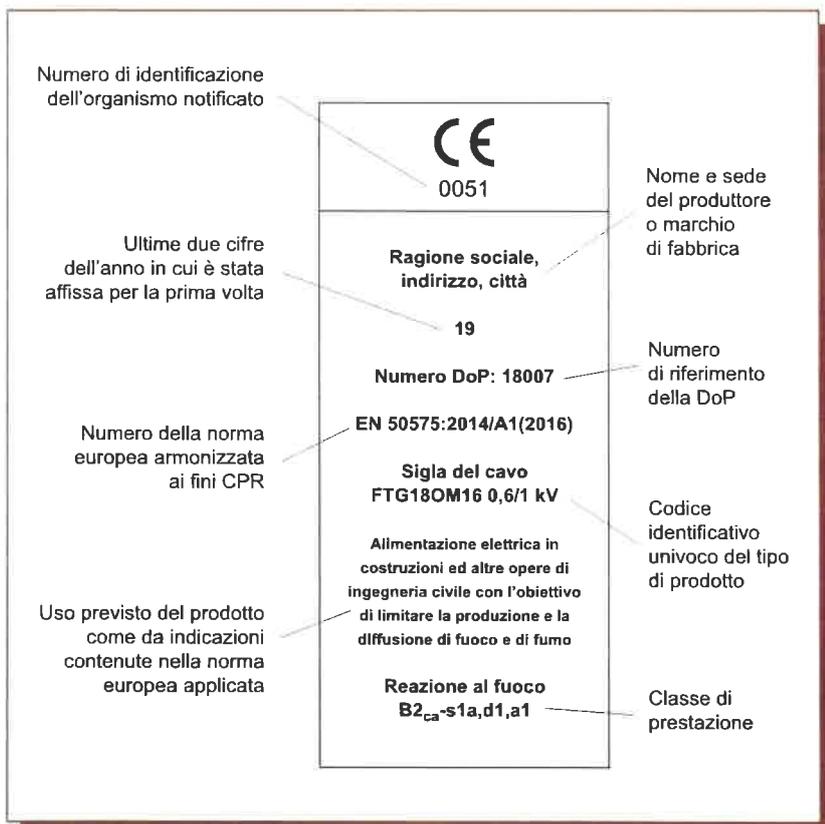


Fig. 1 - Esempio di etichetta con le informazioni previste dal regolamento CPR per i nuovi cavi resistenti al fuoco.



Fig. 2 - Nuovo cavo FTG18OM16 0,6/1 kV, esempio di marcatura: a) minima b) estesa.

## 2. Nuovi cavi CPR

I nuovi cavi CPR resistenti al fuoco sono realizzati con mescole differenti rispetto a quelle finora utilizzate.

In particolare, con riferimento all'isolamento, la mescola elastomerica G10 è stata sostituita dalla mescola elastomerica ad alto modulo G18, mentre la mescola a base siliconica G4 non viene più utilizzata.<sup>5</sup>

Per la guaina, le mescole senza alogeni M1 (a base di polimero termoplastico) ed M2 (a base elastomerica reticolata) sono sostituite rispettivamente dalle mescole M16 ed M18.

A seguito delle suddette modifiche, i nuovi cavi CPR resistenti al fuoco (CEI 20-45) sono:

- **FTG180M16 0,6/1 kV** che sostituisce il cavo FTG100M1 0,6/1 kV;
- **FTG180M18 0,6/1 kV** che sostituisce il cavo FTG100M2 0,6/1 kV.<sup>6</sup>

### Reazione al fuoco

I nuovi cavi CPR hanno classe di reazione al fuoco  $B_{2ca-s1a,d1,a1}$ , TNE 6/17, pag. 6.<sup>7</sup>

In confronto a un cavo con classe di reazione al fuoco  $C_{ca-s1b,d1,a1}$  (ad es. FG160M16 0,6/1 kV), adatto per la posa in luoghi marci dove occorre contenere anche l'emissione di fumi e acidità, i nuovi cavi CPR limitano meglio la propagazione della fiamma per la posa in fascio (FS), presentano valori dimezzati di calore emesso (THR), tasso di rilascio termico (THR), indice di crescita del fuoco (FIGRA) ed emettono fumi più trasparenti (trasmissionza), tabella A.

### Resistenza al fuoco

Nei confronti della resistenza al fuoco, i nuovi cavi CPR sono sottoposti alle stesse prove dei cavi precedenti perché, come già detto, non sono disponibili nuove norme armonizzate.<sup>8</sup>

La dichiarazione di prestazione (DoP) relativa al cavo, pertanto, è rilasciata dal costruttore soltanto con riferimento alla reazione al fuoco.

Un esempio di etichetta con le informazioni previste dal regolamento CPR per i nuovi cavi è riportata in fig. 1.

La durata minima di resistenza al fuoco stabilita dalla nuova norma CEI 20-45 passa da 90 min a 120 min.

Tale modifica mette fine alle difficoltà di posa in quegli ambienti e tipo di applicazioni per cui i decreti di prevenzione incendi richiedono un'alimentazione di sicurezza di almeno 2 h (ad es. per gli ascensori di soccorso).

Le norme di prova per verificare la resistenza al fuoco dei cavi cambiano con il diametro esterno del cavo.

Se il cavo ha un diametro esterno  $\leq 20$  mm si applica la norma CEI EN 50200, se il cavo ha un diametro esterno  $> 20$  mm si applica la norma CEI EN 50362.<sup>9</sup>

<sup>5</sup> La mescola siliconica G4 sarà sostituita dalla mescola G29 soltanto per i cavi conformi alla norma CEI 20-105, come previsto dalla variante V2 a tale norma, attualmente in inchiesta pubblica (progetto C.1240). In proposito vedere il box al fondo di questo articolo.

<sup>6</sup> Il cavo FTG100M2 0,6/1 kV non è facilmente reperibile sul mercato e dunque il nuovo cavo FTG180M18 0,6/1 kV non dovrebbe trovare larga diffusione.

<sup>7</sup> I requisiti di prestazione, le prove e i metodi di valutazione della reazione al fuoco dei cavi secondo il regolamento CPR sono stabiliti dalla norma CEI EN 50575.

<sup>8</sup> Il metodo di prova si basa sull'esposizione diretta del cavo alla fiamma generata da un bruciatore a propano, in grado di fornire un attacco a temperatura costante di 842 °C teorici e sotto l'influenza di un urto meccanico.

<sup>9</sup> Norma 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 EN 50362 "Metodo di prova per la resistenza al fuoco di cavi per energia e comando di grosse dimensioni (con diametro esterno superiore a 20 mm) non protetti per l'uso in circuiti di emergenza".

Tabella A - Differenze tra le classi di reazione al fuoco  $C_{ca-s1b,d1,a1}$  e  $B_{2ca-s1a,d1,a1}$ .

Parametri principali del cavo ai fini della reazione al fuoco	$C_{ca-s1b,d1,a1}$	$B_{2ca-s1a,d1,a1}$
FS (Flame Spread) Estensione di propagazione della fiamma, cavi in fascio (m)	2,0	1,5
THR (Total Heat Release) Quantità di calore emesso nella combustione per un determinato tempo (MJ)	30	15
HRR (Heat Release Rate) Tasso di rilascio termico (kW valore di picco)	60	30
FIGRA (Fire Growth Rate Index) Indice di crescita del fuoco (W/s)	300	150
Trasmittanza dei fumi (percentuale di luce che attraversa il campione)	Compresa tra 60% e 80%	$\geq 80\%$



Resistente al fuoco.

# NUOVI CAVI CPR RESISTENTI AL FUOCO

È CAMBIATA LA NORMA CEI 20-45

## 1. Introduzione

I cavi resistenti al fuoco, come noto, continuano a funzionare per un dato periodo di tempo anche quando sono sottoposti al fuoco e le fiamme modificano, carbonizzano o distruggono i relativi materiali organici (isolamenti, guaine, riempitivi).

I cavi resistenti al fuoco sono richiesti per alimentare ciò che deve funzionare durante un incendio per gestire l'emergenza (servizi di sicurezza), ad esempio per alimentare la pompa antincendio, gli ascensori di soccorso, i sistemi di evacuazione forzata di fumo e calore, ecc.<sup>1</sup> Finora i cavi resistenti al fuoco sono stati esclusi dall'applicazione del regolamento CPR in quanto le relative norme di prova non sono ancora state definite.

Va però aggiunto che le norme mancanti, ai fini del regolamento CPR, riguardano soltanto le prove per stabilire la resistenza al fuoco dei cavi, mentre le norme per determinare la classe di reazione al fuoco dei cavi sono disponibili da tempo.<sup>2</sup>

E così, tenuto conto del DLgs 106/17, nelle more di un'eventuale evoluzione normativa, il Comitato Tecnico 20 del CEI ha modificato la norma CEI 20-45, relativa ai cavi resistenti al fuoco, per recepire il regolamento CPR per quanto riguarda la reazione al fuoco dei cavi.<sup>3</sup>

Arrivano dunque i "cavi CPR resistenti al fuoco" dove con tale dizione si intendono i "cavi resistenti al fuoco

conformi al regolamento CPR ai fini della reazione al fuoco". La variante V2 alla norma CEI 20-45 è entrata in vigore il 1° ottobre 2019.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> In alternativa all'impiego di un cavo resistente al fuoco per costruzione (CEI 20-45), è possibile installare un cavo ordinario dietro un'adeguata barriera di protezione contro il fuoco, ad esempio un elemento edilizio (cavo resistente al fuoco per installazione).

<sup>2</sup> La *reazione al fuoco* esprime le modalità con cui la parte combustibile del cavo partecipa al fuoco, mentre la resistenza al fuoco è l'attitudine del cavo a continuare a funzionare per un dato tempo se esposto all'incendio.

<sup>3</sup> La norma CEI 20-45 è la norma di prodotto relativa ai cavi resistenti al fuoco con tensione nominale 0,6/1 kV che:

- stabilisce le principali regole costruttive e le condizioni di prova a cui devono rispondere;
- fornisce alcune indicazioni per la scelta e impiego in relazione alle condizioni di servizio e di posa.

<sup>4</sup> La variante V2 ha cambiato il titolo della norma CEI 20-45:

- vecchio titolo "Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV";
- nuovo titolo "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".

## 2. Caduta di tensione

La caduta di tensione si calcola in genere con la corrente di impiego  $I_B$  del circuito, prossima alla portata  $I_z$  del cavo. Occorre dunque considerare la temperatura limite nel servizio ordinario, caratteristica dell'isolante, cioè 70 °C per il PVC e 90 °C per l'EPR.

Si tratta di un'assunzione a favore della sicurezza perché se la corrente di impiego è minore della portata del cavo ( $I_B < I_z$ ) la temperatura del conduttore è inferiore. I valori di resistenza dei cavi di cui alla tabella A, devono essere pertanto moltiplicati per il coefficiente correttivo:

- $K_1 = 1 + 0,004 (70 - 20) = 1,2$  per cavi in PVC;
- $K_1 = 1 + 0,004 (90 - 20) = 1,28$  per cavi in EPR.

Quanto sopra vale anche nel calcolo della caduta di tensione dovuta a una corrente transitoria, come ad esempio la corrente di avviamento dei motori, essendo trascurabile la sua influenza sulla temperatura del cavo.

Se gli avviamenti sono ripetitivi, bisogna tenerne conto nello stabilire la corrente di impiego del circuito.

## 3. Corrente massima di cortocircuito

Per calcolare la massima corrente di cortocircuito (trifase, fase-fase, fase-neutro), ad esempio per scegliere il potere di interruzione degli interruttori, si deve considerare la condizione più severa, ovvero quando il cortocircuito si verifica con il cavo alla temperatura ambiente (circuito appena chiuso, oppure percorso da una corrente trascurabile). Si assume pertanto la resistenza alla temperatura ambiente di 20 °C.

La portata dei cavi si riferisce ad una temperatura ambiente di 30 °C, ma non c'è contraddizione tra questi due valori, essendo la temperatura di 20 °C più cautelativa ai fini del calcolo della corrente massima di cortocircuito.

## 4. Corrente minima di cortocircuito

La corrente minima di cortocircuito (in fondo alla linea) interessa quando la linea non è protetta contro il sovraccarico, ma solo dal cortocircuito.

Ai fini del calcolo della corrente minima di cortocircuito, la condizione più severa è con i cavi alla massima temperatura di servizio, cioè 70° per il PVC e 90° C per l'EPR. Si presuppone quindi che il cortocircuito si verifichi quando il cavo porta la corrente  $I_z$  e si trova alla temperatura limite dell'isolante nel servizio ordinario.

Va aggiunto che durante il tempo che i dispositivi di protezione impiegano per aprire il circuito, la temperatura del conduttore, attraversato dalla corrente di cortocircuito, aumenta. Occorre dunque distinguere se la protezione è costituita da fusibili oppure da un interruttore automatico.

Tabella A - Resistenza di un metro di cavo in rame a una temperatura di 20 °C. <sup>(1)</sup>

Sezione (mm <sup>2</sup> )	Resistenza (Ω/km)
1,5	13,3
2,5	7,98
4	4,95
6	3,3
10	1,91
16	1,21
25	0,78
35	0,554
50	0,386
70	0,272
95	0,206
120	0,161
150	0,129
185	0,106
240	0,0801
300	0,0641

<sup>(1)</sup> La tabella riporta i valori di resistenza per i cavi flessibili (non rigidi).

### Fusibili

In presenza di fusibili, il rapporto tecnico CLC/TR 50480, assume una temperatura media tra quella iniziale e quella finale di cortocircuito.

La temperatura iniziale è quella limite dell'isolante nel servizio ordinario (70 °C per il PVC e 90 °C per l'EPR), la temperatura finale è quella ammissibile per l'isolante stesso in condizioni di cortocircuito (160 °C per il PVC e 250 °C per l'EPR).

I valori di resistenza di cui alla tabella A devono essere dunque moltiplicati per il coefficiente correttivo: <sup>5</sup>

- $K_2 = 1 + 0,004 [(70 + 160)/2 - 20] = 1,38$  per cavi in PVC;
- $K_2 = 1 + 0,004 [(90 + 250)/2 - 20] = 1,6$  per cavi in EPR.

<sup>5</sup> Il rapporto tecnico CLC/TR 50480 ritiene trascurabile l'aumento di temperatura per i circuiti posti a monte del circuito considerato.

### Interruttore automatico

Secondo il rapporto tecnico CLC/TR 50480, se la linea è protetta da un interruttore automatico la corrente minima di cortocircuito va calcolata alla temperatura limite dell'isolante nel funzionamento ordinario (70 °C per il PVC e 90 °C per l'EPR).<sup>6</sup>

I valori di resistenza dei cavi di cui alla tabella A, devono essere pertanto moltiplicati per il coefficiente correttivo:<sup>7</sup>

- $K_1 = 1 + 0,004 (70 - 20) = 1,2$  per cavi in PVC;
- $K_1 = 1 + 0,004 (90 - 20) = 1,28$  per cavi in EPR.

Per il calcolo della corrente minima di cortocircuito, la norma CEI 64-8, art. 533.3 (commento), assume convenzionalmente la resistività  $1,5 \rho_{20}$  per tutto il circuito e qualunque sia il dispositivo di protezione.

## 5. Corrente di guasto a terra

Il calcolo della corrente di guasto (franco) a terra si effettua nei sistemi TN e nei sistemi IT ai fini della protezione contro i contatti indiretti, per i circuiti non protetti da interruttori differenziali.

In tal caso bisogna infatti conoscere l'impedenza dell'anello di guasto, per verificare se sono soddisfatte le condizioni per la protezione contro i contatti indiretti. Il timore è che la corrente di guasto a terra sia troppo piccola per determinare il tempestivo intervento degli interruttori automatici o dei fusibili.

La parte resistiva dell'impedenza dipende dalla temperatura e si tratta di stabilire, anche in questo caso, quale temperatura considerare.

Se il conduttore di protezione fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, assume in pratica la loro temperatura e valgono sostanzialmente i coefficienti correttivi già indicati per il calcolo della corrente minima di cortocircuito sia per il conduttore di fase che per il conduttore di protezione.

Tuttavia, per un circuito finale protetto da fusibili si può adottare il coefficiente  $K_1$  invece di  $K_2$  perché il circuito deve essere interrotto in un tempo breve, ad es. 0,4 s per  $U_0 = 230 V$ , sempre che il conduttore di protezione non sia di sezione inferiore a quella di fase nel qual caso si applica il coefficiente  $K_2$ .

Se, invece, il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura, ma è separato, la sua temperatura all'inizio del guasto è quella ambiente.

Il rapporto Cenelec assume quale temperatura ambiente in questo caso 30 °C (più la temperatura è alta e più il calcolo è cautelativo); sicché nel calcolo dell'impedenza dell'anello di guasto, per la resistenza del conduttore di protezione, non facente parte della stessa conduttura dei conduttori di fase (protetta con fusibili), si devono moltiplicare i valori di resistenza della tabella A per il coefficiente correttivo:

- $K_3 = 1 + 0,004 [(30 + 160)/2 - 20] = 1,3$  per cavi in PVC;
- $K_3 = 1 + 0,004 [(30 + 250)/2 - 20] = 1,48$  per cavi in EPR.

Per il conduttore di fase nulla cambia rispetto al caso di PE facente parte della stessa conduttura.

La tabella B riassume i valori dei coefficienti K e la tabella C l'impiego di tali coefficienti in relazione alla grandezza da calcolare, tipo di circuito e dispositivo di protezione.

I valori di resistenza calcolati alle diverse temperature sono riportati in tabella D.

<sup>6</sup> Il rapporto tecnico CLC/TR 50480 di fatto assume un intervento istantaneo dell'interruttore automatico, ma non fa alcuna distinzione se questo è ritardato.

<sup>7</sup> A favore della sicurezza, in presenza di un interruttore ritardato (circuiti di distribuzione), è opportuno considerare il coefficiente correttivo  $K_2$  anche se il rapporto tecnico CLC/TR 50480 non lo richiede.

Tabella B - Coefficienti per cui moltiplicare  $\rho_{20}$  per calcolare la resistenza dei cavi.

Cavo PVC		Cavo EPR	
Coefficiente	Temperatura di riferimento	Coefficiente	Temperatura di riferimento
$K_0 = 1$	20 °C	$K_0 = 1$	20 °C
$K_1 = 1,2$	70 °C	$K_1 = 1,28$	90 °C
$K_2 = 1,38$	$\frac{70 + 160}{2} \text{ °C} = 115 \text{ °C}$	$K_2 = 1,6$	$\frac{90 + 250}{2} \text{ °C} = 170 \text{ °C}$
$K_3 = 1,3$	$\frac{30 + 160}{2} \text{ °C} = 95 \text{ °C}$	$K_3 = 1,48$	$\frac{30 + 250}{2} \text{ °C} = 140 \text{ °C}$

**Tabella C - Impiego dei coefficienti per cui moltiplicare  $\rho_{20}$  per calcolare la resistenza di conduttori.**

Grandezza da calcolare			Circuito (considerato)				Circuiti a monte
			Circuito di distribuzione		Circuito finale		
			Interruttore automatico	Fusibili	Interruttore automatico	Fusibili	
Caduta di tensione			$K_1$	$K_1$	$K_1$	$K_1$	$K_1$
Corrente minima di cortocircuito			$K_1^{(1)}$	$K_2$	$K_1$	$K_2$	$K_1$
Corrente massima di cortocircuito			$K_0$	$K_0$	$K_0$	$K_0$	$K_0$
Corrente di guasto a terra (sistemi TN o IT)	PE facente parte della conduttura	Conduttore di fase	$K_1^{(1)}$	$K_2$	$K_1$	$K_1^{(2)}$	$K_1$
		PE	$K_1^{(1)}$	$K_2$	$K_1$	$K_1^{(2)}$	$K_1$
	PE non facente parte della conduttura	Conduttore di fase	$K_1$	$K_2$	$K_1$	$K_1$	$K_1$
		PE	$K_1$	$K_3$	$K_1$	$K_1^{(2)}$	$K_1$

<sup>(1)</sup> Coefficiente  $K_2$  se l'interruttore è ritardato.

<sup>(2)</sup> Coefficiente  $K_2$  se il PE ha sezione minore di quella di fase.

**Tabella D - Resistenza di un metro di cavo alle temperature indicate.**

Sezione (mm <sup>2</sup> )	Resistenza (mΩ/m)						
	Temperatura						
	20 °C	70 °C	90 °C	95 °C	115 °C	140 °C	170 °C
1,5	13,300	15,960	17,024	17,290	18,354	19,684	21,280
2,5	7,980	9,576	10,214	10,374	11,012	11,810	12,768
4	4,950	5,940	6,336	6,435	6,831	7,326	7,920
6	3,300	3,960	4,224	4,290	4,554	4,884	5,280
10	1,910	2,292	2,445	2,483	2,636	2,827	3,056
16	1,210	1,452	1,549	1,573	1,670	1,791	1,936
25	0,780	0,936	0,998	1,014	1,076	1,154	1,248
35	0,554	0,665	0,709	0,720	0,765	0,820	0,886
50	0,386	0,463	0,494	0,502	0,533	0,571	0,618
70	0,272	0,326	0,348	0,354	0,375	0,403	0,435
95	0,206	0,247	0,264	0,268	0,284	0,305	0,330
120	0,161	0,193	0,206	0,209	0,222	0,238	0,258
150	0,129	0,155	0,165	0,168	0,178	0,191	0,206
185	0,106	0,127	0,136	0,138	0,146	0,157	0,170
240	0,080	0,096	0,103	0,104	0,111	0,119	0,128
300	0,064	0,077	0,082	0,083	0,088	0,095	0,103

# ULTIME NOTIZIE



## CODICE DI PREVENZIONE INCENDI

Il Codice di prevenzione incendi (DM 3/8/15) è stato modificato.

In particolare, l'Allegato 1 del DM 18/10/19 (G.U. 31/10/19 n. 256 - Supplemento Ordinario n. 41), a partire dal 1° novembre 2019, ha sostituito integralmente l'Allegato 1 del DM 3/8/15.

La sostituzione integrale dell'allegato è dovuta all'entità e numero di modifiche apportate (l'allegato infatti passa da 221 a 277 pagine pur senza recepire le diverse regole tecniche verticali pubblicate con i diversi decreti di aggiornamento del Codice, TNE 5/19, pag. 22).

## FOTOVOLTAICO

### *Aumentano gli sconti sulle sanzioni GSE*

Il DL 101/19, convertito con modifiche in legge dalla L. 128/19 (G.U. 2/11/19 n. 257), art. 13-bis, interviene nuovamente sul DLgs 28/11, art. 42, relativo ai controlli e sanzioni in materia di incentivi erogati dal GSE, TNE 2/18, pag. 20.

Inizialmente, il GSE, in presenza di violazioni rilevanti, poteva disporre la decadenza dagli incentivi, TNE 4/14, pag. 11.

Successivamente, la legge 205/17, art. 1, comma 960, a partire dal 1° gennaio 2018, ha previsto che al fine di salvaguardare la produzione di energia da fonti rinnovabili degli impianti che al momento dell'accertamento della violazione percepiscono incentivi, il GSE disponga la decurtazione dell'incentivo in misura ricompresa fra il 20% e l'80% in ragione dell'entità della violazione. Nel caso in cui le violazioni siano spontaneamente denunciate dal soggetto responsabile al di fuori di un procedimento di verifica e controllo le decurtazioni sono ulteriormente ridotte di un terzo, TNE 2/18, pag. 20.

Il DL 101/19, riduce la suddetta decurtazione dell'incentivo dall'intervallo 20% - 80% al 10% - 50%. Inoltre, in

caso di autodenuncia al di fuori di un procedimento di verifica e controllo, l'ulteriore riduzione delle sanzioni aumenta da un terzo alla metà.

Le novità introdotte dal DL 101/19 si applicano agli impianti realizzati e in esercizio oggetto di procedimenti amministrativi in corso e, su richiesta dell'interessato, a quelli definiti con provvedimenti del GSE di decadenza dagli incentivi, oggetto di procedimenti giurisdizionali pendenti nonché di quelli non definiti con sentenza passata in giudicato al 3/11/19, compresi i ricorsi straordinari al Presidente della Repubblica per i quali non è intervenuto il parere di cui al DPR 24/11/1971, n. 1199, art. 11. La richiesta dell'interessato equivale ad acquiescenza alla violazione contestata dal GSE nonché a rinuncia all'azione.

In aggiunta, il DL 101/19, stabilisce che per gli impianti nei quali risultano installati moduli non certificati o con certificazioni non rispondenti alla normativa di riferimento, la decurtazione della tariffa incentivante passa, TNE 9/17, pag. 23:

- dal 30% al 10%, per gli impianti di potenza compresa tra 1 kW e 3 kW;
- dal 20% al 10%, per gli impianti di potenza  $P > 3$  kW.

La decurtazione del 10% della tariffa incentivante si applica anche agli impianti ai quali è stata precedentemente applicata la decurtazione rispettivamente del 30% e 20%. Gli sconti introdotti dal DL 101/19 non si applicano qualora la condotta dell'operatore che ha determinato il provvedimento del GSE di decadenza sia oggetto di procedimento e processo penale in corso, ovvero concluso con sentenza di condanna anche non definitiva.

### *Conto energia e detassazione investimenti ambientali*

Il DL 124/19 (G.U. 26/10/19, n. 252) ha previsto (art. 36) una possibile via di uscita per i soggetti che hanno cumulato gli incentivi del III, IV e V conto energia con la detassazione per investimenti ambientali realizzati da piccole e medie imprese. Trattandosi di materia fiscale, per i dettagli del caso si rimanda all'articolo di legge.

## EFFICIENZA ENERGETICA

### Motori elettrici

È stato pubblicato il regolamento UE 2019/1781 (G.U.U.E 25/10/19 n. L 272) che stabilisce le specifiche per la progettazione ecocompatibile dei motori elettrici e dei variatori di velocità in applicazione della direttiva 2009/125/CE. Il suddetto regolamento entra in vigore il 14 novembre 2019, ma si applica a partire dal 1° luglio 2021 per dare tempo ai costruttori di adeguare la produzione.

Il regolamento 2019/1781, infatti, non solo aggiorna le specifiche minime di efficienza energetica in accordo con le norme internazionali e il progresso tecnologico, ma amplia il proprio campo di applicazione (ad es. l'intervallo di potenza dei motori interessati dal regolamento passa da 0,75 kW ÷ 375 kW a 0,12 kW ÷ 1000 kW).

Il precedente regolamento 640/2009, TNE 8/15, pag. 7, è abrogato a partire dal 1° luglio 2021.

Il nuovo obbligo di non immettere sul mercato prodotti in grado di migliorare le proprie prestazioni durante le prove, così come le modifiche al regolamento 641/2009 relativo ai circolatori (pompe centrifughe per sistemi di riscaldamento o circuiti di distribuzione del freddo) senza premistoppa, decorre dal 14 novembre 2023.

### Trasformatori

È stato pubblicato il regolamento UE 2019/1783 (G.U.U.E 25/10/19 n. L 272) che modifica, a partire dal 14 novembre 2019, il regolamento 548/2014 relativo all'applicazione della direttiva 2009/125/CE (progettazione ecocompatibile) ai trasformatori di potenza piccoli, medi e grandi, TNE 5/15, pag. 19.

Le modifiche interessano principalmente i costruttori e si riferiscono per larga parte ai trasformatori di grande potenza ( $P > 3150$  kVA) ed a trasformatori particolari (ad es. per palo o con combinazioni speciali di tensioni degli avvolgimenti, ecc.).

Per gli utilizzatori è utile sapere che, a seguito delle modifiche introdotte dal regolamento 2019/1783, i trasformatori di potenza MT/BT o AT/MT che subiscono la sostituzione del nucleo (anche parziale) e di uno o più avvolgimenti completi, indipendentemente dalla data di prima immissione sul mercato, sono considerati nuovi e devono dunque soddisfare il regolamento UE 548/2014.

## APPARECCHI A GAS

A seguito dell'abrogazione della direttiva 2009/142/CE relativa agli apparecchi a gas da parte del regolamento UE 2016/426, TNE 3/18, pag. 20, la legge 163/17 aveva attribuito al Governo il compito di adeguare la normativa nazionale al regolamento suindicato entro il 21 novembre 2018, TNE 5/19, pag. 22.

Con il solito ritardo, il Governo ha dapprima modificato la legge 1083/71 (Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile), TNE 5/19, pag. 22, ed ora, tramite il DPR 121/19 (G.U. 22/10/19, n. 248), ha modificato il DPR 661/96 relativo agli apparecchi a gas.

In pratica, il DPR 661/96 viene in larga parte abrogato perché superato dal regolamento 2016/426 (rimangono in vigore gli articoli 1, 2, 8, 9, 10, 11 che sono stati riscritti e in parte rimandano al regolamento europeo).

## DATI SUL SISTEMA ELETTRICO ITALIANO

TERNA ha reso disponibile sul proprio sito online, nella sezione Sistema elettrico, una piattaforma attraverso cui è possibile consultare, quasi in tempo reale, la domanda di energia elettrica che il sistema elettrico nazionale deve soddisfare e la quantità di energia prodotta dal parco di generazione, differenziato per fonte di energia primaria. La curva di carico reale è confrontabile con la previsione effettuata da TERNA il giorno precedente, tenuto conto di tutte le variabili che influiscono sulla richiesta di energia elettrica, dai fattori meteorologici e climatici alle componenti socioeconomiche.

È possibile visualizzare il bilancio energetico del sistema elettrico nonché la capacità installata degli impianti di generazione (53% termica, 47% rinnovabile).

La piattaforma presenta, inoltre, gli scambi commerciali programmati ed effettivamente scambiati su base oraria tra l'Italia, i paesi confinanti, la Corsica e Malta. È possibile visualizzare i dati anche tra le sei zone di mercato interne italiane (nord, centro-nord, centro-sud, sud, Sicilia, Sardegna).

