



Bruno Orsini (orsinibruno)

I CAVI ELETTRICI

26 October 2013

Caratteristiche

Il cavo è definito come l'insieme dei conduttori, degli isolanti, delle guaine e delle armature di protezione o di schermatura, specificatamente costruito per convogliare la corrente sia ai fini del trasporto dell'energia che della trasmissione dei segnali. I principali riferimenti normativi per un corretto impiego dei cavi sono le guide **CEI 20-40** "Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio fino a 450/750 V"; **CEI 20-67** "Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV"; **CEI 20-89** "Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio 1/30 kV". Per poter dimensionare correttamente un cavo elettrico è necessario essere a conoscenza dei seguenti dati: **la tensione di esercizio, la corrente di impiego e il fattore di potenza dell'utilizzatore, le condizioni di posa, la lunghezza**. Noti questi parametri, è compito del progettista scegliere il cavo più opportuno ai fini della sicurezza e funzionalità dell'impianto da realizzare, valutando con molta attenzione le seguenti caratteristiche:

- **Tensione nominale** è rappresentata da U_0/U e costituisce il grado di isolamento del cavo. In particolare U_0 rappresenta il valore efficace della tensione tra uno qualsiasi dei conduttori e il rivestimento metallico del cavo o la terra dell'ambiente circostante, U rappresenta il valore efficace della tensione tra due conduttori qualsiasi del cavo. In nessun caso la tensione massima di esercizio dell'impianto deve essere maggiore della tensione nominale del cavo;

- **Portata** rappresentata con il simbolo I_Z è la massima intensità di corrente che può fluire in un cavo in regime permanente e in determinate condizioni di posa, senza che la sua temperatura superi un valore determinato. La portata di un cavo è data dalla relazione: $I_Z = I_{Z0} \cdot K$, dove I_{Z0} è la portata per posa in aria alla temperatura ambiente di 30 °C; K è il prodotto dei coefficienti di correzione dovuti alle condizioni di posa e ambientali quali ad esempio coefficiente di correzione per temperatura diversa da 30°C; coefficiente di correzione per gruppi di cavi in fascio o strato; coefficiente di correzione per posa interrata a temperature ambientali diverse da 20 °C; coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversi da 0,8 metri per cavi direttamente interrati; coefficiente di correzione per le diverse modalità di posa. La portata dipende da vari fattori tra cui il tipo di isolante, la temperatura di funzionamento, lo scambio termico con l'ambiente in cui il cavo è installato

dovuto alla modalità di posa. Ai fini del valore della portata, il materiale con cui è realizzato l'isolante è di fondamentale importanza, infatti se si utilizza un materiale più resistente al calore, aumenta la temperatura ammissibile e quindi anche la sovratemperatura rispetto all'ambiente, per cui il cavo avrà una portata maggiore a parità di sezione conduttrice. La portata deve rispettare la relazione $I_Z \geq I_B$ cioè deve avere un valore uguale o superiore alla corrente di impiego I_B del circuito utilizzatore. Nella valutazione della portata di un cavo, inoltre, occorre tenere presente il cosiddetto "**effetto di prossimità**" consistente nel fatto che ogni cavo si scalda sia a causa della corrente che lo percorre sia a causa del calore ricevuto per il contatto con i cavi vicini; ad esempio nel caso di passaggio di diverse linee nel medesimo tubo protettivo, il progettista o l'installatore deve considerare portate inferiori al fine di evitare che la temperatura superi nel tempo quella di servizio del cavo;

- **Caduta di tensione** è considerata fra l'origine di un impianto e qualunque punto di utilizzazione e dipende: dalla corrente di fase; dalla lunghezza, dalla resistenza e dalla reattanza della linea; dal fattore di potenza dell'utilizzatore. In generale la caduta di tensione deve essere contenuta entro il 4% del valore della tensione di esercizio dell'impianto, su valutazione del progettista possono essere adottati anche i seguenti valori: 3% per cavi di illuminazione; 10% per motori allo spunto;

- **Temperatura massima di esercizio** è la temperatura ammissibile in esercizio in funzione del materiale con il quale è realizzato l'isolante del conduttore, è compresa tra 60 e 105 °C;

- **Temperatura massima di corto circuito** è la temperatura che il cavo assume, alcuni istanti prima dell'intervento delle protezioni termiche, a seguito di un surriscaldamento dovuto ad una corrente di corto circuito intensa ma breve;

- **Luogo di installazione** la scelta del cavo è soggetta alle eventuali normative specifiche relative al luogo di installazione come ad esempio ambienti di pubblico spettacolo, luoghi con pericolo di esplosione o a maggior rischio in caso di incendio, cantieri edili, locali ad uso medico;

- **Condizioni di impiego e modalità di posa** le norme CEI 64-8 con la parte 5 si occupano della scelta ed installazione dei componenti elettrici, in particolare nel capitolo 52, viene definita la scelta e la messa in opera dei cavi in funzione dei tipi di posa ammessi ad esempio: cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura; cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura; cavi posati in aria libera; cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti; cavi multipolari immersi in acqua; cavi posati su passerelle perforate; cavi posati su passerelle non perforate; cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati. Per quanto riguarda la **posa interrata**, è considerata **diretta** se il cavo è posato direttamente a contatto con il terreno, mentre è

considerata **indiretta** se il cavo è interrato posato in tubo, condotto o cunicolo. **E' considerata posa interrata anche quella effettuata sotto il pavimento di locali coperti posti al piano terra, come ad esempio cantine e/o autorimesse, se è ipotizzabile la presenza di acqua per lunghi periodi.** Un cavo, se installato in passerella forata per più del 30% della sua superficie di base, si considera posato in aria libera. Ai fini delle condizioni di impiego assumono particolare importanza la guaina esterna, l'isolante esterno e l'armatura metallica;

- **Raggio minimo di curvatura** è un dato che dipende dai materiali usati e dalle caratteristiche costruttive del cavo al quale occorre riservare particolare attenzione in quanto il mancato rispetto delle prescrizioni del costruttore, in caso di angoli di curvatura particolarmente stretti, può comportare gravi danni alla funzionalità e alla sicurezza del cavo soprattutto alle basse temperature.

Un cavo elettrico è costituito dai seguenti elementi:

- **Il conduttore** è generalmente un complesso di fili metallici elementari sistemati a spirale al fine di ridurre l'effetto pelle, destinato a condurre corrente. Il materiale del conduttore può essere: rame ricotto, nudo o rivestito; alluminio o lega di alluminio, nudo; con il termine "rivestito" si intende un sottile strato di un metallo conduttore quale stagno, lega di stagno o lega di piombo, che ricopre il conduttore. Il conduttore può essere a **filo unico (conduttore rigido)** o a **corda (conduttore flessibile)**, la norma CEI 20-29 suddivide i conduttori in quattro classi in funzione della flessibilità: **classe 1** conduttori per cavi ad installazione fissa, rigidi, a filo unico con sezione circolare; **classe 2** conduttori per cavi ad installazione fissa, rigidi a corda, suddivisi in non compatti di sezione circolare, compatti di sezione circolare, settoriali; **classe 5** conduttori per cavi ad installazione fissa o mobile, flessibili; **classe 6** conduttori per cavi ad installazione fissa o mobile, flessibilissimi;

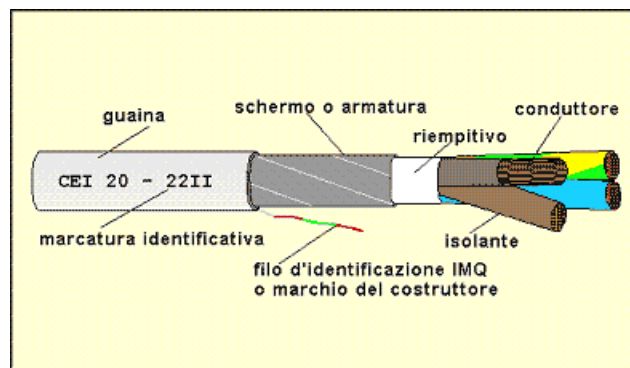
- **L'isolante** è un involucro di materiale dielettrico posto intorno al conduttore e destinato a sopportare la tensione elettrica, è una parte fondamentale del cavo che ne determina le prestazioni in termini di tensione nominale, portata, comportamento termico; è formato dalla mescola di materiali opportunamente scelti e dosati, può essere secondo le tensioni di esercizio: PVC, gomma, carta impregnata, resine sintetiche. **L'insieme del conduttore e dell'isolante costituisce l'anima del cavo**, un cavo può essere composto da più anime;

- **La cintura o riempitivo** è l'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime e serve per riempire gli interstizi tra le anime e conferire la forma rotonda, la cintura generalmente non viene utilizzata nei cavi di piccola sezione e in quelli non soggetti a particolari sollecitazioni meccaniche;

- **Lo schermo** consiste in un sottile nastro di rame avvolto a spirale e applicato sull'insieme delle anime o singolarmente attorno all'isolante di ciascuna ed è

necessario per i cavi con tensione nominale di isolamento verso terra maggiore di 3,6 kV. **Le norme CEI, per i cavi con tensione nominale di isolamento verso terra maggiore di 8 kV, prescrivono la schermatura di ogni singola anima del cavo.** Lo schermo ha la duplice funzione di confinare il campo elettrico generato nei conduttori quando sono sotto tensione limitandone la propagazione nell'ambiente circostante e quella di proteggere il cavo dai disturbi elettromagnetici esterni;

- **La guaina esterna - l'isolante esterno - l'armatura metallica** sono rivestimenti esterni che hanno il compito di proteggere la cintura e le anime del cavo dalle sollecitazioni meccaniche e dagli agenti esterni. Per la guaina esterna e l'isolante esterno si usa PVC, PE, gomma, altri tipi di resine termoplastiche, treccia tessile; per l'armatura metallica si usano fili o nastri di acciaio, tubo di piombo o di alluminio. Questi elementi, usati insieme o separatamente, sono determinanti per la classificazione della modalità di posa e la relativa utilizzazione del cavo, diventano indispensabili per cavi posati: in aria libera, interrati, su passerella, a vista, in canale senza coperchio, nel controsoffitto o sotto pavimento flottante.



Cavo elettrico.GIF

I cavi elettrici si distinguono: in funzione della tensione di esercizio

- **cavi per bassa tensione**, impiegati nei sistemi di categoria 0 e I;
- **cavi per media e alta tensione**, impiegati nei sistemi di categoria II e III.

in funzione del tipo di isolante impiegato

- **cavi isolati con materiale elastomerico**, costituito da mescole a base di gomma naturale o sintetica, ad esempio la gomma etilenpropilenica (EPR) e quella siliconica;
- **cavi isolati con materiale termoplastico**, costituito da resine termoplastiche come il polivinilcloruro (PVC) e il polietilene (PE);
- **cavi con isolamento minerale**, sono a base di ossido di magnesio, hanno buone caratteristiche di resistenza al fuoco;

- **cavi isolati in carta impregnata**, distinti in base al tipo di impregnazione in normali, ad olio fluido, a pressione di gas.

in funzione della loro utilizzazione

- **cavi per installazione fissa**, una volta installati sono destinati a non essere più spostati;

- **cavi per installazione mobile**, sono soggetti a spostamenti più o meno frequenti come ad esempio il cavo di alimentazione di un utensile trasportabile o di un elettrodomestico.

in base al numero delle anime

- **unipolari, bipolari, tripolari, multipolari;**

in base al loro comportamento al fuoco

- **cavi non propaganti la fiamma**, cavi che installati in posizione verticale (posizione più sfavorevole) non propagano la fiamma;

- **cavi non propaganti l'incendio**, cavi che installati in fasci garantiscono la non propagazione dell'incendio;

- **cavi resistenti al fuoco**, cavi che garantiscono il servizio anche quando sono direttamente esposti alle fiamme, sono destinati ad essere utilizzati soprattutto in circuiti di emergenza per allarme, illuminazione e comunicazione;

- **cavi a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi LSOH (Low Smoke Zero Halogen)**, cavi che durante l'incendio garantiscono visibilità ed evacuazione delle persone riducendo l'emissione di fumi opachi e gas tossici.

in funzione del marchio di garanzia apposto dal costruttore

- **CE** <http://www.cemarcatura.it/marcatura-ce/> è un adempimento amministrativo entrato in vigore dal 1993, che la Comunità Europea richiede al fabbricante a garanzia del rispetto dei requisiti della direttiva di bassa tensione e che consente la libera commercializzazione dei prodotti all'interno dei paesi dell'Unione Europea. L'apposizione del marchio CE avviene sulla base della garanzia fornita dal fabbricante mediante dichiarazione di conformità ai requisiti della direttiva bassa tensione. La marcatura CE non deve essere confusa con eventuali marcature di qualità;

- **IEMMEQU (Istituto italiano del Marchio di Qualità)**, <http://www.imq.it/it/index.html> è un marchio in ambito nazionale, su base **volontaria** che garantisce che la verifica dei requisiti costruttivi e di prova dei cavi viene realizzata non dal costruttore, ma da un ente terzo appunto l'IMQ, i cui laboratori di prova sono

attrezzati e riconosciuti per la verifica della rispondenza alle norme CEI, CENELEC, IEC. **Altri marchi di qualità in ambito nazionale su base volontaria sono:** CEBEC (Belgio), EZU (Repubblica Ceca), VDE (Germania), AENOR (Spagna), NF (Francia), BASEC (Gran Bretagna), SEV (Svizzera), ÖVE (Austria), Demko (Danimarca), Semko (Svezia), KWE (Polonia), KEMA-KEUR (Olanda); **mentre sono obbligatori:** CCC (Cina), STB (Bielorussia), CSA (Canada), RCM (Australia), IRAM (Argentina), NOM (Messico), PCT GOST-R (Russia), UkrSEPRO (Ucraina);

- **HAR** è una marcatura rilasciata per i cavi conformi alle norme del CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) e quindi sottoposti al normale controllo di qualità garantito dall'IMQ. **Il marchio HAR è riconosciuto conforme alle norme nazionali dei seguenti paesi senza ulteriori formalità né tecniche, né amministrative:** Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Gran Bretagna, Grecia, Irlanda, Italia, Norvegia, Olanda, Polonia, Portogallo, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Ungheria.



marchi.JPG

in base alla loro designazione

- **ARMONIZZATI** hanno caratteristiche riconosciute in ambito europeo, sono conformi ai documenti di armonizzazione del CENELEC e identificati dal marchio HAR, i cavi armonizzati vengono designati con il sistema internazionale secondo la norma CENELEC HD 361 (CEI 20-27).

- **NON ARMONIZZATI** hanno caratteristiche riconosciute solo in ambito nazionale e vengono designati con il sistema italiano secondo la tabella CEI UNEL 35011.

La distribuzione in cavo permette una grande flessibilità e praticità di utilizzo soprattutto quando le correnti da trasportare sono elevate, ad esempio per evitare di utilizzare cavi di sezione eccessiva e difficilmente manovrabili, non disponibili sul mercato oppure per aumentare la corrente da trasferire utilizzando collegamenti già esistenti, si possono usare cavi collegati in parallelo. I cavi in parallelo sono in genere protetti da un unico interruttore di corrente nominale uguale o inferiore

alla somma delle portate dei cavi di ogni fase, per questo motivo i cavi in parallelo devono avere la stessa sezione, la stessa lunghezza e devono essere costituiti dallo stesso materiale, in modo che la corrente si distribuisca in parti uguali su ciascun cavo evitando così che alcuni di essi vengano percorsi da correnti diverse. Oltre una certa sezione, in genere 70 mm^2 , la reattanza non è più trascurabile rispetto alla resistenza, per cui occorre renderla uniforme disponendo i cavi di una stessa fase in modo il più possibile simmetrico rispetto al centro ideale del fascio di cavi. **Quando si parla di cavi, è necessario distinguere tra quelli formati dall'insieme del conduttore e dell'isolante e quelli formati dall'insieme del conduttore, dell'isolante e della guaina esterna; di conseguenza un cavo senza guaina può essere solo unipolare, mentre un cavo con guaina può essere sia unipolare che multipolare.**

Designazione

I cavi elettrici vengono designati per mezzo di sigle alfanumeriche appositamente stabilite dalle norme, e vengono poi riportate in fase di costruzione sulla guaina esterna, generalmente ogni metro, con stampigliatura per mezzo di inchiostri speciali indelebili per facilitarne l'individuazione anche dopo la posa. In particolare vengono utilizzati due sistemi di designazione: uno relativo ai cavi armonizzati in base alle normative CENELEC e ai cavi nazionali riconosciuti dal CENELEC, secondo le prescrizioni della norma CEI 20-27; e uno relativo ai cavi nazionali non armonizzati, secondo le prescrizioni della tabella CEI UNEL 35011. I simboli relativi ai vari sistemi di designazione possono essere consultati oltre che nelle relative norme a pagamento, anche gratuitamente sulla generalità dei cataloghi dei vari costruttori; di seguito si riporta il link relativo alla Prysmian cavi dove è possibile scaricare in formato PDF un dettagliato e completo catalogo con tutte le notizie tecniche e costruttive dei cavi elettrici e degli accessori. http://www.prysmian.it/attach/pdf/Energia_2013.pdf

Sistema di designazione CEI 20-27 (CENELEC HD 361)

La designazione di un cavo armonizzato, secondo la norma **CEI 20-27 (CENELEC HD 361)** è composta di tre parti:

Prima parte

- (1) Norme di riferimento
- (2) Tensione nominale U_0/U

Seconda parte

- (3) Materiale dell'isolante

(4) Rivestimenti metallici (il simbolo può cambiare posizione)

(5) Armatura (il simbolo può cambiare posizione)

(6) Guaina non metallica (il simbolo può cambiare posizione)

(7) Componenti costruttivi e costruzioni speciali

(8) Materiale del conduttore

(9) Forma del conduttore

Terza parte

(10) Numero delle anime seguito dal segno di moltiplicazione x per cavo senza anima giallo-verde, G per cavo con anima giallo-verde e seguito ancora dalla sezione del conduttore in mm².

Sistema di designazione CEI UNEL 35011

La designazione di un cavo non armonizzato, secondo la norma **CEI-UNEL 35011**, deve essere preceduta dalla denominazione "cavo" e deve essere composta dalla successione dei seguenti simboli:

(1) Numero delle anime seguito dal segno di moltiplicazione x per cavo senza anima giallo-verde, G per cavo con anima giallo-verde e seguito ancora dalla sezione del conduttore in mm²

(2) Natura e grado di flessibilità dei conduttori

(3) Natura e qualità dell'isolante

(4) Conduttori concentrici e schermi sui cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari

(5) Rivestimenti protettivi (guaine e armature) su cavi unipolari o sulle singole anime dei cavi multipolari

(6) Composizione e forma dei cavi

(7) Conduttori concentrici e schermi sull'insieme delle anime dei cavi multipolari

(8) Rivestimenti protettivi (guaine e armature) sull'insieme delle anime dei cavi multipolari

(9) Eventuali organi particolari

(10) Tensioni nominali di isolamento U_0/U

Per completare la designazione, la sigla deve essere seguita dalla citazione del numero della tabella CEI UNEL se esiste oppure da altre indicazioni o prescrizioni complementari.

Esempi di siglatura

Secondo CEI 20-27 (Cenelec HD 361)

H07RN -F 4G10

Prima parte

- (1) H = cavo conforme alle norme armonizzate CENELEC HD361
- (2) 07 = tensione nominale U_0/U 450/750 V

Seconda parte

- (3) R = materiale dell'isolante in gomma di etilepropilene ordinario
- (6) N = guaina non metallica in policloroprene
- (7) nessuno = cavo circolare
- (8) nessuno = conduttore in rame
- (9) -F = conduttore a corda flessibile per posa fissa

Terza parte

- (10) 4G10 = cavo a quattro anime di sezione 10 mm^2 di cui una con isolante giallo-verde

N07G9 -K 1x25

Prima parte

- (1) N = cavo nazionale riconosciuto dal CENELEC
- (2) 07 = tensione nominale U_0/U 450/750 V

Seconda parte

- (3) G9 = materiale dell'isolante elastomero reticolato speciale

(7) nessuno = cavo circolare

(8) nessuno = materiale del conduttore rame

(9) -K = conduttore a corda flessibile per posa fissa

Terza parte

(10) 1 x 25 = cavo unipolare di sezione 25 mm²

Secondo CEI UNEL 35011

cavo 3G6 FG7OM1 -0,6/1 kV CEI UNEL 35382

(1) 3G6 = cavo a tre anime di sezione 6 mm² di cui una con isolante giallo-verde

(2) F = conduttore a corda flessibile rotonda

(3) G7 = isolante di gomma etilenpropilenica ad alto modulo con temperatura caratteristica di 90 °C

(6) O = cavo rotondo

(8) M1 = guaina in materiale termoplastico a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi LS0H

(10) -0,6/1 kV = tensione nominale di isolamento U₀/U 0,6/1 kV

cavo 4G6 FROHH2R -450/750 V

(1) 4G6 = cavo a quattro anime di sezione 6 mm² di cui una con isolante giallo-verde

(2) F = conduttore a corda flessibile rotonda

(3) R = miscela di PVC (polivinilcloruro) con temperatura caratteristica di 70 °

(4) H = schermo di carta metallizzata o carta-carbone o nastro alluminio

(6) O = cavo rotondo

(7) H2 = schermo a treccia o calza di rame

(8) R = guaina in polivinilcloruro (PVC)

(10) -450/750 V = tensione nominale di isolamento U₀/U 450/750 V

Norme di riferimento

In ogni campo tecnico, in particolare nel settore elettrico, è condizione sufficiente anche se non necessaria per la realizzazione di impianti “a regola d’arte”, il rispetto di tutte le relative norme giuridiche e tecniche. Una conoscenza precisa delle norme tecniche è quindi presupposto sufficiente ma non obbligatorio (chi non le applica non commette né un illecito né un reato) ai fini di una corretta esecuzione di un impianto elettrico, che deve comunque essere realizzato in modo da garantire nel tempo un livello di sicurezza sufficiente. Tralasciando le norme giuridiche, in questo articolo vengono prese in considerazione tutte quelle norme tecniche che dettano le prescrizioni in base alle quali devono essere progettati, costruiti e installati i cavi elettrici. **Dette norme tecniche, emanate da enti nazionali ed internazionali appositamente riconosciuti, possono assumere valore giuridico solo quando viene loro attribuito da un provvedimento legislativo o quando vengono esplicitamente inserite in un regolare contratto tra le parti;** in Italia per legge, i requisiti che gli impianti elettrici ed elettronici, le apparecchiature elettriche e i materiali devono possedere per garantire il rispetto della “regola dell’arte”, sono stabiliti dal **CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano)** <http://www.ceiweb.it/it/>. Tuttavia, gli scambi commerciali internazionali e l’Unione Europea, non consentono ad un paese di adottare norme difformi da quelle degli altri paesi, per questo motivo con l’intento di giungere ad una normalizzazione sono sorti l’**IEC (International Electrotechnical Commission)** <http://www.iec.ch/> che raccoglie i paesi industrializzati di tutto il mondo, il **CEN (European Committee for Standardization)** <https://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx> ed il **CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)** <http://www.cenelec.eu/>, l’ente normativo europeo per il settore elettrico del quale sono membri i Comitati Elettrici Nazionali di tutti gli stati europei. Le organizzazioni che operano per l’Italia a stretto contatto con il CENELEC sono l’Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), l’Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell’Informazione (ISCOM).

In particolare il CENELEC emette in tre lingue ufficiali (inglese, francese e tedesco):

- **documenti EN (European Norm)** sono norme che devono essere adottate, da parte di tutti i paesi dell’Unione Europea, senza nessuna aggiunta e/o modifica e devono essere ritirate tutte le norme nazionali che riguardano la stessa materia. In Italia le norme EN vengono recepite e pubblicate mediante Decreto del Ministero dell’Industria;
- **documenti di armonizzazione HD (Harmonization Document)** non impongono alcun obbligo di applicazione integrale se non quello del contenuto tecnico, possono essere modificate nelle frasi e nei contenuti per soddisfare particolari requisiti

nazionali, sostanzialmente è un documento di riferimento che deve essere introdotto nelle norme nazionali entro un tempo preventivamente concordato.

- **Norme sperimentali ENV (European Norm Vorubergehend)** sono norme in via sperimentale che hanno durata limitata durante la quale gli stati membri possono presentare le proprie proposte. Oltre alle norme ENV, il CENELEC emette anche **Specifiche Europee (ES), Rapporti (R) e Guide (G)**.

Norme CEI

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica, linee in cavo da 1 a 45 kV.

CEI EN 50200 Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza.

CEI EN 50214 Cavi flessibili piatti con guaina in PVC.

CEI EN 50334 Modalità di marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici.

CEI EN 50336 Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaina per cavi di energia e segnalamento.

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.

CEI EN 50363 Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di emergenza di bassa tensione. Generalità

CEI EN 60216 Materiali isolanti elettrici, proprietà di resistenza alla sollecitazione termica.

CEI 16-4 Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici.

CEI 16-6 Codice letterale per la designazione dei colori per l'individuazione dei conduttori.

CEI 20-1 Cavi isolati con carta impregnata per sistemi elettrici con tensioni nominali da 1 a 45 kV.

CEI 20-13 Prescrizioni costruttive, metodi e requisiti di prova dei cavi dei cavi isolati in G7, per tensioni di esercizio da 1 kV fino a 30 kV.

CEI 20-14 Cavi isolati in PVC per tensioni nominali da 1 a 30 kV.

CEI 20-16 Procedura di prova della determinazione delle scariche parziali per i cavi di media tensione.

CEI 20-17 Cavi per rotabili ferroviari, metropolitani similari, a bassa emissione di fumi e gas tossici.

CEI 20-18 Cavi per posa fissa nei circuiti interni degli impianti di segnalamento e sicurezza ferroviari.

CEI 20-19 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-21 Calcolo delle portate di corrente dei cavi elettrici in regime permanente.

CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio.

CEI 20-24 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia.

CEI 20-27 Sistema di designazione dei cavi per energia e segnalamento.

CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati.

CEI 20-34 Metodi di prova.

CEI 20-35 Procedura e requisiti di prova della non propagazione verticale della fiamma sul singolo cavo.

CEI 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici.

CEI 20-37 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici.

CEI 20-38 Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

CEI 20-40 Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio fino a 450/750 V.

CEI 20-45 Prescrizioni costruttive, metodi e requisiti di prova dei cavi resistenti al fuoco, con tensioni di esercizio di 1 kV.

CEI 20-46 Cavi per saldatrici.

CEI 20-48 Prescrizioni generali dei cavi isolati in EPR ad alto modulo per la distribuzione, con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.

CEI 20-49 Cavi per energia 0,6/1 kV con speciali caratteristiche di comportamento al fuoco per impiego negli impianti di produzione dell'energia.

CEI 20-50 Cavi elettrici, metodi di prova supplementari.

CEI 20-51 Cavi isolati con resine termoplastiche fluorurate, tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-52 Procedura e requisiti di prova della determinazione della quantità di piombo dei materiali non metallici dei cavi.

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio.

CEI 20-67 Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.

CEI 20-71 Prove su cavi isolati in carta o in laminato carta-polipropilene, riempiti con olio.

CEI 20-85 Metodi di prova per l'analisi della quantità di piombo nelle mescole per isolanti, rivestimenti e le guaine.

CEI 20-89 Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio 1/30 kV.

CEI 20-92 Guida per la movimentazione ed il deposito delle bobine in legno per cavi.

CEI EN 50395 Metodi di prova e requisiti dei cavi armonizzati isolati in PVC con tensione di esercizio fino a 450/750 V.

CEI EN 50396 Metodi di prova e requisiti dei cavi armonizzati isolati in gomma con tensione di esercizio fino a 450/750 V.

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

CEI 64-15 Impianti elettrici negli edifici pregevoli per rilevanza storica e/o artistica.

Norme CEI UNEL

CEI UNEL 00721 Colori delle guaine dei cavi elettrici.

CEI UNEL 00722 Identificazione delle anime dei cavi elettrici

CEI UNEL 35011 Sigle di designazione dei cavi elettrici per energia, segnalamento e comando.

CEI UNEL 35012 Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco.

CEI UNEL 35024 Portata di corrente in regime permanente per posa in aria per cavi elettrici aventi tensione di esercizio fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

CEI UNEL 35026 Portata di corrente in regime permanente per posa interrata dei cavi elettrici aventi tensione di esercizio fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

CEI UNEL 35027 Portata di corrente in regime permanente per posa in aria e interrata dei cavi elettrici di media tensione.

CEI UNEL 35362 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili sotto treccia tessile tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35363 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) sotto guaina media di policloroprene o altro equivalente elastomero sintetico tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35364 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) sotto guaina pesante di policloroprene o altro equivalente elastomero sintetico tensione nominale 450/750 V.

CEI UNEL 35365 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi isolati con mescola siliconica con treccia di fibra di vetro resistenti al calore per una temperatura massima del conduttore di 180 °C tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35368 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi tipo N07G9-K.

CEI UNEL 35369 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG10OM1-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35370 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo RG10OM1-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35371 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG10OM1-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35375 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7R-0,6/1 kV, FG7OR-0,6/1 Kv, FG7OH1R-0,6/1 kV, FG7OH2R-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35376 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7R-0,6/1 kV, U/RG7OR-0,6/1 kV, U/RG7OH1R-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35377 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG7OR-0,6/1 kV, FG7OH1R-0,6/1 kV, FG7OH2R-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35378 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7OFR-0,6/1 kV, U/RG7OZR-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35379 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7ONR-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35380 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi isolati e sotto guaina di mescola siliconica resistenti al calore per una temperatura massima del conduttore di 180 °C tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35381 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) sotto guaina pesante di policloroprene o altro equivalente elastomero sintetico, con più di cinque conduttori.

CEI UNEL 35382 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7M1-0,6/1 kV, FG7OM1-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35383 Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7 sotto guaina termoplastica di qualità M1 non propaganti l'incendio senza alogeni, cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi tensione nominale 0,6/1 kV.

CEI UNEL 35384 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo FG7OM1-0,6/1 kV, FG7OH1M1-0,6/1 kV, FG7OH2M1-0,6/1 kV.

CEI UNEL 35385 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico tensione nominale 450/750 V.

CEI UNEL 35386 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico, con più di cinque conduttori.

CEI UNEL 35746 Cavi isolate con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili sotto guaina media di PVC tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35747 Cavi isolati con PVC con tensione nominale superiore a 450/750 V, cavi unipolari senza guaina per uso generale tensione nominale 450/750 V.

CEI UNEL 35748 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi sotto guaina leggera di PVC per cablaggi fissi tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35749 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili sotto guaina leggera di PVC tensione nominale 300/300 V.

CEI UNEL 35750 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi unipolari senza guaina per cablaggi fissi tensione nominale 300/500 V.

CEI UNEL 35751 Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V, cavi flessibili piatti con conduttori di similrame tensione nominale 300/300 V.

CEI UNEL 35754 Cavi per energia isolati con PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni, cavi multipolari rigidi con o senza schermo tensione nominale 0,6/1 kV.

CEI UNEL 35752 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi tipo N07V-K.

CEI UNEL 35755 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per segnalamento e comando tipo N1VV-K, N1VC7V-K, N1VC4V-K.

CEI UNEL 35756 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo N1VV-K, N1VC7V-K, N1VC4V-K.

CEI UNEL 35757 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo N1VV-K unipolari.

CEI UNEL 36713 Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi telefonici per interno tipo TR/R e TR/HR.

Raccomandazioni per l'uso

Per un corretto uso dei cavi elettrici in bassa tensione è bene che il progettista adotti e prescriva, ma soprattutto che l'installatore ponga in essere, le seguenti raccomandazioni:

- I cavi devono essere adatti alle condizioni di servizio previste dal costruttore e devono essere adeguatamente protetti da eventuali agenti esterni come calore eccessivo, acqua, sostanze chimiche, sollecitazioni meccaniche, flora, fauna. Per quanto riguarda l'impianto elettrico domestico, occorre tenere ben presente che la cucina risulta essere un locale insidiosissimo a causa della presenza di acqua, fiamme libere e apparecchiature metalliche quali lavelli ed elettrodomestici vari; per cui, anche se la norma CEI 64-8 non prescrive particolari accorgimenti per la realizzazione dell'impianto in questo locale, la prescrizione o l'uso di cavi non adatti può risultare nel tempo molto pericoloso per la sicurezza delle persone.

- I cavi non devono essere danneggiati: da eventuali sistemi di fissaggio; durante le operazioni di posa, trasporto e movimentazione; durante l'immagazzinaggio. Non devono essere sottoposti a sforzi di trazione eccessivi, schiacciamenti, abrasioni, torsioni e in particolare a piegature ad angolo vivo che possono danneggiare l'isolamento, specialmente alle basse temperature. Per un utilizzo appropriato delle

varie tipologie di cavo in funzione delle modalità di posa e delle condizioni ambientali, è opportuno consultare le caratteristiche e le condizioni di impiego che il costruttore fornisce con apposita scheda tecnica.

- Per le portate di corrente, in mancanza di dati tecnici forniti dal costruttore, consultare le norme CEI UNEL 35024, 35026, 35027 e CEI 20-21, 20-42. Qualora nel cavo si verifichi una sovracorrente prolungata nel tempo, questa deve essere assunta come corrente di impiego in servizio continuo. In caso di cortocircuito, l'energia I^2t lasciata passare dal dispositivo di protezione, non deve causare danni al cavo e/o ad eventuali supporti del cavo stesso.

- Nella realizzazione di canalizzazioni in tubo protettivo, il progettista deve porre particolare attenzione al **coefficiente di stipamento**, cioè il diametro interno delle tubazioni deve essere minimo 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Questo perché il tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati, a tale proposito **è bene che il percorso delle tubazioni, sia a vista che interrate e/o murate, non preveda più di due curve a 90 gradi**, percorsi troppo lunghi e con un numero maggiore di curve pregiudicano la corretta installazione dei cavi e soprattutto favoriscono un eccessivo aumento della temperatura interna riducendo nel tempo la portata dei cavi. **Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria o del terreno, ad ogni derivazione da linea principale a linea secondaria e soprattutto in ogni locale, la tubazione deve essere interrotta con apposite cassette di derivazione o pozzetti rompi tratta**. Qualora nello stesso locale si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate, è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e cassette, purchè siano isolati per la tensione più elevata e le cassette siano munite di separatori fissi.

- L'uso dei colori dell'isolante del conduttore è prescritto dalla tabella CEI UNEL 00722 e dalle norme CEI 16-4 "Individuazione dei conduttori tramite colori o codici numerici" e CEI 16-6 "Codice letterale per la designazione dei colori per l'individuazione dei conduttori", **in particolare per quanto riguarda i cavi in bassa tensione, il colore blu compreso l'azzurro (codice letterale BU) deve essere usato solo ed esclusivamente per individuare il conduttore di neutro, il colore verde-giallo (codice letterale GNYE) deve essere usato solo ed esclusivamente per individuare il conduttore di terra e/o di protezione e/o di equipotenzialità, mentre i colori nero (codice letterale BK), marrone (codice letterale BN) e grigio (codice letterale GY) sono raccomandati per individuare i conduttori di fase**. I colori, oltre a far parte dell'intera massa del rivestimento di protezione, possono rivestire anche solo "superficialmente" la guaina

dei cavi ad esempio con nastri isolanti opportunamente colorati e uniformemente distribuiti.

- I cavi non adatti per la posa in esterno devono essere immagazzinati all'interno di ambienti asciutti, mentre quelli adatti per la posa all'esterno, se immagazzinati all'aperto devono avere le estremità sigillate in modo da evitare la penetrazione di umidità. **Per l'immagazzinaggio dei cavi è prevista una temperatura massima di 40 °C.**

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Orsinibruno:i-cavi-elettrici>"