

# REGIONE CAMPANIA



## COMUNE DI COLLE SANNITA PROVINCIA DI BENEVENTO



**OGGETTO:** REALIZZAZIONE IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 2 AEROGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 6 MW, SITO NEL COMUNE DI COLLE SANNITA (BN), IN LOCALITA' "MONTE FREDDO".

ELABORATO	DESCRIZIONE	SCALA DI RAPP.
<b>Elab 11</b>	<b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b>	//
data: 12/2016		Revisione n° 00

**Progettazione:**  
Ing. Lorenzo Nasta

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.1 di 15

## INDICE

**1. PREMESSA**

**2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

**3. DETERMINAZIONE DELLE DPA DEL CAMPO MAGNETICO**

**3.1 GENERALITA'**

**3.2 CALCOLO DELLE DPA**

**4. CAMPI ELETTRICI**

**5. CONCLUSIONI**

**6. TAVOLE DI RIFERIMENTO**

**ALLEGATI:**

**SCHEDA TECNICA CAVO 3X1X185 mm<sup>2</sup> ARE4H5EX 12/20 kV UNIFICATO DI ENEL  
DISTRIBUZIONE**

**SCHEDA TECNICA CAVO 3X1X185 mm<sup>2</sup> RG7H10R 12/20 kV**

**SCHEDA TECNICA CAVO 1X16 mm<sup>2</sup> FG7R 0,6/1 kV**

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo:  <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00  12/2016	Pag.2 di 15

## 1. PREMESSA

La presente relazione riporta l'analisi dei campi elettromagnetici, in riferimento all'impianto di utenza e di rete per la connessione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza complessiva 6MW, che la società Cogein Energy Srl intende realizzare nel comune di Colle Sannita (BN), località "Monte Freddo".

La soluzione per la connessione della suddetta centrale è stata comunicata da Enel Distribuzione e prevede la realizzazione di una nuova cabina MT, con collegamento in antenna all'esistente Cabina Primaria (CP) AT/MT "Colle Sannita" di proprietà di Enel Distribuzione.

L'impianto, nel suo complesso, può essere suddiviso nelle seguenti distinte sezioni

### a) Parco eolico

Il parco eolico da realizzare è costituito da N° 2 aerogeneratori modello Vestas 3 MW. Tali aerogeneratori saranno installati nel Comune di Colle Sannita (BN).

### b) Cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e la cabina utente.

L'energia prodotta dal parco eolico è trasmessa verso la rete, attraverso un cavidotto interrato esercito alla tensione nominale di 20 kV. Tale cavidotto si sviluppa all'interno dei seguenti Comuni appartenenti alla Provincia di Benevento: Circello e Colle Sannita.

### c) Cabina di consegna e cabina utente

Prima di essere immessa in rete, l'energia transita attraverso la cabina utente e successivamente attraverso la cabina di consegna. Queste due cabine saranno ubicate esternamente ed in adiacenza alla CP di "Colle Sannita" di proprietà di Enel Distribuzione Spa, situata nel Comune omonimo. Le suddette cabine saranno installate all'interno del Foglio 33 – Particella 438 – Comune di Colle Sannita (BN)

### d) Collegamento MT tra la cabina di consegna ed il quadro MT della CP esistente

L'energia prodotta dal campo eolico viene immessa in rete attraverso una linea dedicata esercita a 20 kV, di lunghezza complessiva 100m, che collega la Cabina di Consegna al quadro MT della CP "Colle Sannita"

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.3 di 15

### e) Punto di Consegna dell'impianto

La connessione in antenna alla rete di distribuzione MT 20 kV mediante stallo dedicato, costituente l'Impianto di rete, si realizza attraverso una nuova linea afferente alle sbarre del Quadro MT esistente della CP 150/20kV "Colle Sannita", di proprietà di ENEL Distribuzione S.p.A.

Il Punto di consegna è ubicato nell'impianto di rete per la connessione ed è definito dai morsetti a valle del dispositivo di sezionamento di ENEL Distribuzione che alimenta l'impianto Utente, cui si attesta il terminale del cavo di collegamento; esso costituisce il confine funzionale e di proprietà tra impianto di rete per la connessione, di competenza di ENEL Distribuzione, e impianto di utenza di competenza dell'Utente.

## 2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il procedimento di calcolo delle fasce di rispetto e delle DPA seguito nella presente relazione risulta conforme alle disposizioni legislative e normative seguenti:

- Legge del 22/02/01 n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM del 8/07/03 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", in attuazione dell'art. 4 comma 2 lettera a) della Legge 36/2001.
- DM 29 maggio 2008:
  - a) approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (GU n. 156 del 5/7/2008 – Suppl. Ordinario n. 160);
  - b) approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (GU n. 153 del 2/7/2008);
- CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV";
- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo"
- CEI 106-11 " Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 Luglio 2003 (Art.6) – Parte I"

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.4 di 15

- CEI 211-4 “ Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche;

Inoltre, all'interno di tale relazione tecnica si fa riferimento anche al documento redatto da Enel Distribuzione Spa denominato “Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”.

Si sottolinea che emesso in esecuzione della Legge 36/2001 e del D.P.C.M. 08/07/2003, il D.M. del 29/05/2008 ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto.

Ai fini della presente relazione risultano fondamentali le seguenti definizioni:

- portata in corrente in servizio normale (Isn): è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell' invecchiamento;
- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- Distanza di prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea piu' della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Inoltre, sempre il DM del 29/05/2008 ha definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo, come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV, la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo, la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Pertanto con l'introduzione del DM del 29/5/2008 si fa riferimento alla DPA e, pertanto, ad un procedimento semplificato al fine di semplificare la gestione territoriale ed il calcolo della fasce di rispetto.

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.5 di 15

### 3. DETERMINAZIONE DELLE DPA DEL CAMPO MAGNETICO

#### 3.1 GENERALITA'

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 Luglio 2003 (art. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c.2):

- I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- Il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nella 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (ambienti tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 Luglio 2003 all'art. 6 in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c.1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008. Detta fascia comprende tutti i punti dei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Pertanto lo scopo del calcolo della DPA è quello di verificare che all'interno di tale distanza non vi siano luoghi, esistenti o in progetto, destinati a permanenza maggiore di 4 ore.

Se ciò si verifica il procedimento si ritiene concluso altrimenti sono necessarie ulteriori verifiche con calcoli basati su modelli analitici piu' dettagliati ed approfonditi delle fasce di rispetto.

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.6 di 15

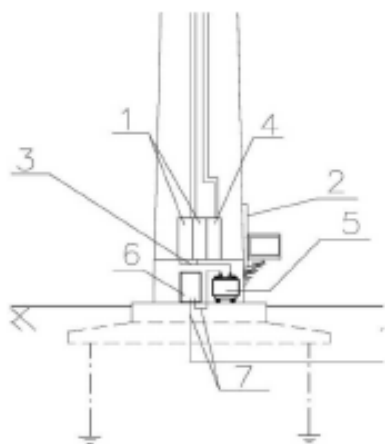
### 3.2 CALCOLO DELLE DPA

In riferimento al progetto in oggetto si analizza il calcolo delle DPA dei seguenti elementi dell'impianto:

- a) Torri eoliche
- b) Collegamento in cavo interrato  $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$  12/20kV con conduttore in alluminio, tra la cabina di consegna ed il quadro MT della CP di "Colle Sannita" esistente (impianto di rete);
- c) Collegamento in cavo interrato  $3 \times 1 \times 185 \text{ mm}^2$  12/20 kV con conduttore in rame, tra le torri eoliche, e tra le torri eoliche e la cabina di utente (impianto di utenza);
- d) Cabina di consegna, cabina di utente

#### a) Torri eoliche

Il parco eolico in progetto è composto da n.2 Torri eoliche ciascuna di potenza nominale 3 MW. Si riporta la struttura di disposizione tipica dei componenti elettrici all'interno di una torre eolica.



1. Quadri elettrici del generatore
2. Porta di accesso
3. Cavi BT
4. Quadro di controllo
5. Trasformatore BT/MT
6. Celle MT
7. Cavi MT

Risulta che la sorgente di campo magnetico sia rappresentata da due elementi: il generatore elettrico disposto sulla sommità all'interno della navicella e dal trasformatore BT/MT impiegato per innalzare la tensione dal livello di generazione al livello 20 kV, tensione di esercizio della distribuzione elettrica delle linee interrate.

Per quanto riguarda il campo magnetico, ai fini della presente relazione, si utilizzerà la formula seguente, la quale permette di calcolare l'induzione magnetica B prodotta da un trasformatore MT/BT in resina in funzione della distanza dal trasformatore.

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.7 di 15

$$B = 0,72 \cdot vcc\% \cdot \frac{\sqrt{S_n}}{d^{2,8}}$$

Dove:

vcc% = tensione di corto circuito percentuale del trasformatore

Sn= potenza apparente nominale del trasformatore

d= distanza dal trasformatore espressa in m

Inserendo nella formula richiamata i valori relativi agli all'aerogeneratore in progetto, si ottiene la tabella seguente:

- Vcc% =6
- Sn = 3350 kVA

In funzione della distanza d si ottiene la seguente tabella per i valori di induzione magnetica B:

<b>D</b> <b>[m]</b>	<b>B</b> <b>[μT]</b>
1	250,0
1,5	133,8
2	35,9
2,5	19,2
3	11,5
3,5	7,5
4	5,2
4,5	3,7
5	2,8
5,5	2,1

E' da precisare che attraverso l'applicazione della richiamata formula analitica si ottengono valori di induzione magnetica sovrastimati; confrontando i valori di tabella, si nota che già ad una distanza di 5m dal trasformatore il valore di induzione magnetica è sceso al di sotto del valore limite di 3 μT. Pertanto si può assumere, in modo cautelativo, che il valore della DPA sia misurata a partire dalla parete esterna della torre eolica e risulta **DPA = 5m**



		<b>Elab 11</b>	
	Titolo:  <b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b>	Rev.00  12/2016	Pag.8 di 15

**b) Collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm<sup>2</sup> 12/20kV con conduttore in alluminio, tra la cabina di consegna ed il quadro MT della CP di “Colle Sannita” esistente (impianto di rete);**

Il cavo impiegato per la realizzazione del collegamento tra il punto di connessione, costituito dal quadro MT della CP di “Colle Sannita”, e la cabina di consegna appartiene all’impianto di rete, pertanto il cavo da utilizzare deve essere conforme alla specifica di Enel Distribuzione DC4385 (allegata alla presente relazione)

Si tratta di un cavo 3x1x185 mm<sup>2</sup> cordato ad elica, sigla ARE4H5EX 12/20 kV.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell’allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che “le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)” costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

Tale risultato è coerente con il risultato rappresentato all’interno del documento di Enel Distribuzione Spa denominato “Linea Guida per l’applicazione del par. 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”, di cui si allega in fig. 1 il contenuto.

**c) Collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm<sup>2</sup> 12/20 kV con conduttore in rame, tra le torri eoliche e tra le torri eoliche e la cabina di utente (impianto di utenza);**

Il cavo impiegato per la realizzazione del collegamento tra le torri eoliche del parco in progetto e tra le torri e la cabina utente fa parte dell’impianto di utenza. Si tratta di un cavo 3x1x185 mm<sup>2</sup> cordato ad elica, sigla RG7H1OR 12/20 kV.

A tale proposito si richiama il paragrafo 3.2 dell’allegato al DM 29/5/2008 in cui si sottolinea che “le linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)” costituiscono uno dei casi di esclusione di applicazione di detta metodologia poiché in questo caso le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991.

Pertanto nel caso in esame la determinazione della DPA associata del suddetto collegamento elettrico non risulta necessaria.

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.9 di 15

#### **d) Cabina di consegna e cabina di utente**

I particolari costruttivi, dimensionali e l'individuazione delle apparecchiature elettriche contenute nelle suddette cabine sono riportati nelle tavole grafiche componenti il presente progetto. Per la determinazione della DPA associata alla cabina di consegna, alla cabina utente si applica la metodologia riportata nell'allegato al DM del 29/5/2008, paragrafo 5.2.1.

In tale paragrafo si fornisce il metodo di determinazione delle DPA riferite a tipologie standard di cabine elettriche, in particolare cabine box di dimensioni mediamente 4mx2,4m, altezze di 2,4-2,7m e dotate di un unico trasformatore di potenza 250-400-630 kVA, che costituiscono quelle maggiormente diffuse sul territorio nazionale.

Le cabine elettriche in oggetto, seppur di dimensioni leggermente maggiori (cabina utente: 5,5x2,50m h=2,65m; cabina di consegna: 6,73x2,50m h=2,65m), possono ritenersi assimilabili al caso richiamato dal modello di calcolo proposto dal DM 29/5/2008, essendo al loro interno installato un unico trasformatore.

Infatti all'interno della cabina utente verrà installato il trasformatore dei servizi ausiliari di potenza 10 kVA, mentre all'interno della cabina di consegna non è previsto, allo stato attuale del progetto, nessun trasformatore. Tuttavia, il disegno unificato di Enel Distribuzione DG2092 utilizzato per la progettazione in oggetto, prevede un possibile futuro adeguamento tecnico della cabina attraverso l'installazione di un trasformatore di potenza massima 630 kVA utile per l'alimentazione locale di carichi in bassa tensione da parte di Enel Distribuzione.

Pertanto ai fini della determinazione delle DPA della cabina di consegna si fa riferimento direttamente a tale situazione potenziale futura, prevedendo all'interno della cabina di consegna un trasformatore di 630 kVA.

Risulta evidente che il procedimento di calcolo suddetto individua nel trasformatore e nel suo circuito di bassa tensione, l'elemento critico in riferimento alla generazione dei campi magnetici, zona nella quale si registra un addensamento di tale valore.

Si procede pertanto al calcolo della DPA associata alla suddetta cabina attraverso l'applicazione della seguente formula analitica:

$$DPA = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241}$$

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.10 di 15

In cui risulta:

- $I$  = corrente nominale [A]
- $x$  = diametro dei cavi [m]

Pertanto i dati d'ingresso per il calcolo della DPA per le cabine elettriche sono la corrente nominale di bassa tensione del trasformatore ed il diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

Si determinano, quindi, i dati richiesti dal procedimento di calcolo.

### **Cabina utente**

Il trasformatore installato all'interno della cabina utente, è un trasformatore che ha il compito di alimentare i soli servizi ausiliari della cabina elettrica ossia carichi elettrici quali l'impianto d'illuminazione, le prese, i circuiti alimentanti gli scomparti, ossia i carichi elettrici connessi al funzionamento della cabina stessa (Rif. Schema elettrico unifilare allegato alla presente relazione tecnica).

La sua potenza nominale è di 10kVA da cui si determina la corrente nominale del circuito di bassa tensione, alimentato ad una tensione di 400V.

$$I = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 14,4A$$

Il cavo che collega il secondario del trasformatore al quadro BT interno alla cabina è del tipo FG7R 0,6/1 kV di sezione 16 mm<sup>2</sup>, per il quale risulta:

$$x = \text{diametro del cavo} = 10,4 \text{ mm} = 0,0104\text{m}$$

In funzione di tali dati si determina la DPA in oggetto:

$$DPA = \sqrt{14,4} \cdot 0,40942 \cdot 0,0104^{0,5241} = 0,14\text{m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che **DPA=0,5m**

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.11 di 15

### **Cabina consegna**

Per quanto riguarda la cabina di consegna Enel, per quanto precedentemente specificato, ai fini del calcolo della DPA si fa riferimento direttamente alla situazione potenziale futura, prevedendo all'interno della cabina di consegna un trasformatore di 630 kVA, in conformità al disegno di unificazione della cabina in oggetto Enel DG2092.

In corrispondenza di una potenza nominale è di 630kVA si determina la corrente nominale del circuito di bassa tensione, alimentato ad una tensione di 400V.

$$I = \frac{630000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 909,3A$$

Il cavo BT in uscita dal trasformatore che Enel potrebbe installare in futuro all'interno della cabina di consegna, può essere di sezione variabile; il valore del diametro standard è variabile da 20 mm a 27mm, tale valore è attinto dal documento tecnico Enel Distribuzione Spa denominato "Linea Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche", in particolare dalla scheda B10 che si riporta in fig.2.

Pertanto si assume il massimo valore per la variabile x:

$$x = \text{diametro del cavo} = 27 \text{ mm} = 0,027\text{m}$$

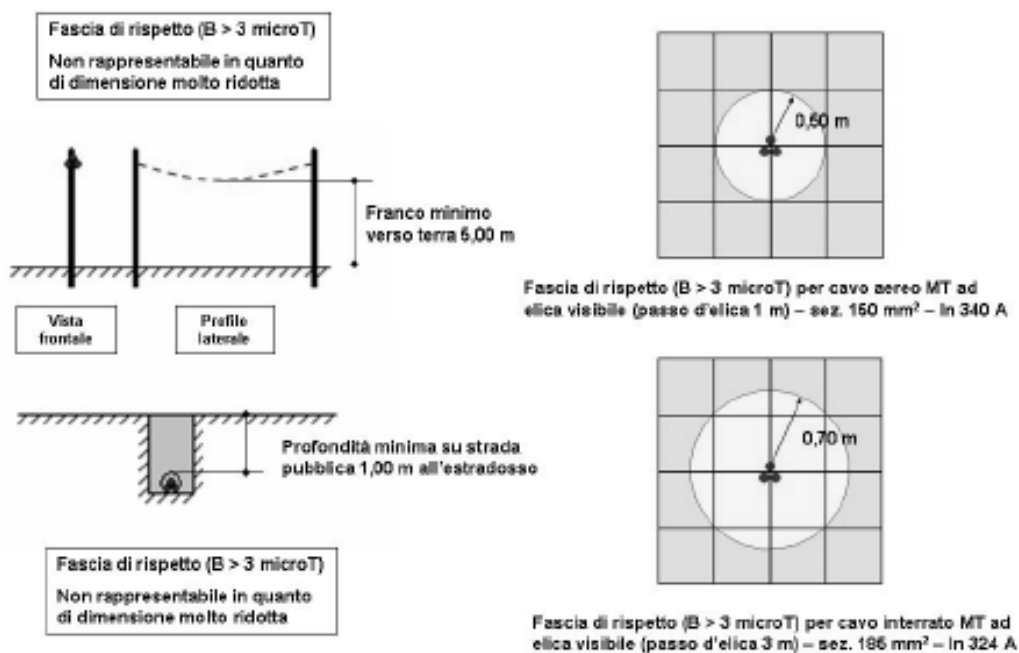
In funzione di tali dati si determina la DPA in oggetto:

$$DPA = \sqrt{909,3 \cdot 0,40942 \cdot 0,0270^{0,5241}} = 1,86\text{m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che **DPA=2,0 m**

Si noti che tale valore ottenuto dal calcolo analitico del modello proposto DM 29/5/2008 coincide con il valore indicato dalla scheda B10 (Rif. B10 c) del documento di Enel Distribuzione richiamato e riportato.

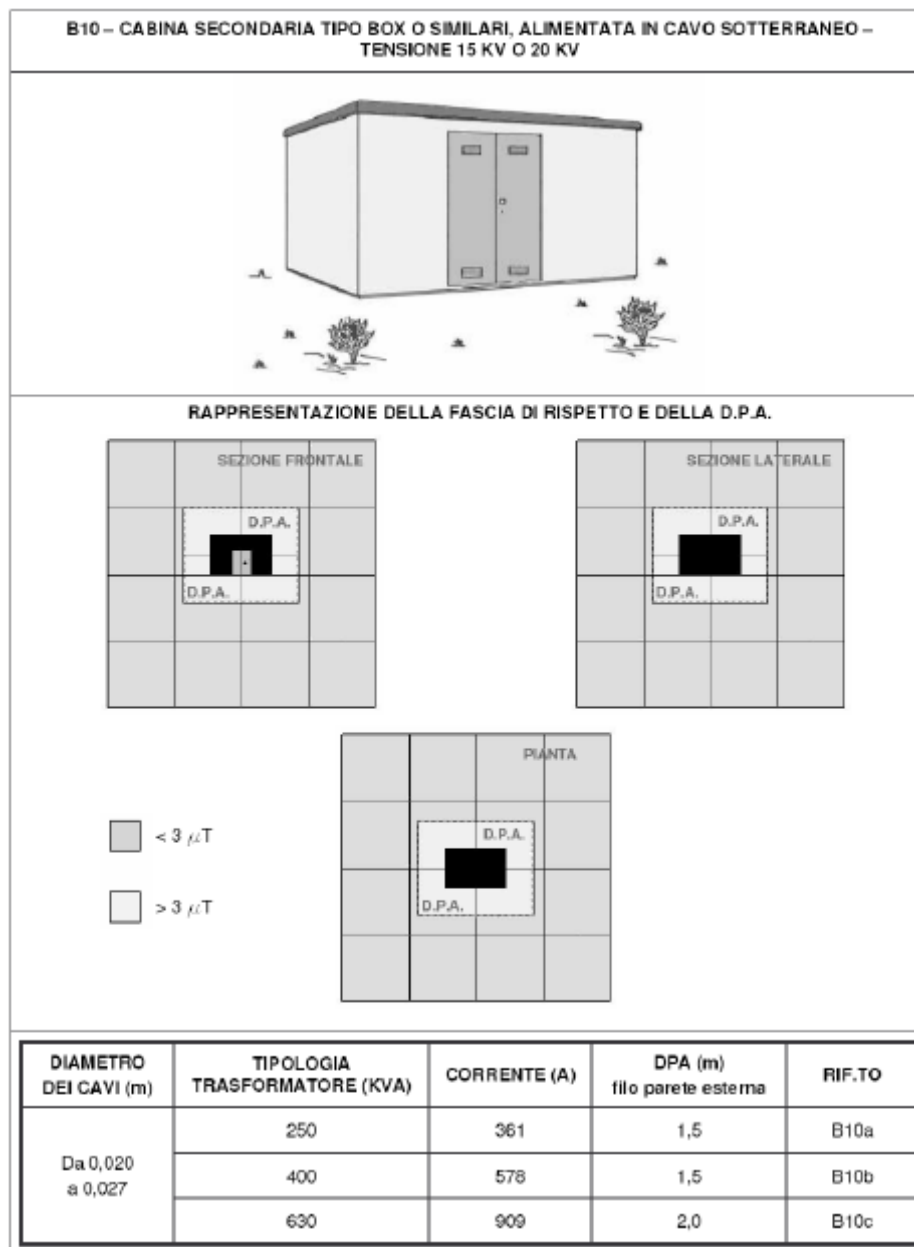
		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00 12/2016	Pag.12 di 15



*Fig. 1 “Linea Guida per l’applicazione del par. 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” di Enel Distribuzione Spa*

- Curve di livello dell’induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica -

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo: <b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b>	Rev.00 12/2016	Pag.13 di 15



*Fig. 2 “Linea Guida per l’applicazione del par. 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.5.2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” di Enel Distribuzione Spa*

- Scheda tecnica B10 -

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo:  <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00  12/2016	Pag.14 di 15

#### 4. CAMPI ELETTRICI

Considerato che l'intensità del campo elettrico dipende dalla tensione di esercizio del sistema, si può ritenere che l'intensità del suddetto campo generato dai componenti costituenti l'impianto, oggetto della presente relazione tecnica, sia assolutamente trascurabile.

Infatti il cavo interrato 3x1x185 mm<sup>2</sup> 12/20 kV sia il tratto dell'impianto di rete che collega la cabina di consegna al quadro MT della CP di "Colle Sannita" sia il tratto dell'impianto di utenza che collega le torri tra loro ed il campo eolico alla cabina utente, è caratterizzato dalla presenza dello schermo che rende il campo elettrico nullo al suo esterno.

Analoga considerazione vale per gli elementi interni alle cabine, sia per i cavi in media tensione anch'essi schermati, sia per gli scomparti MT disposti all'interno di armadi metallici connessi a terra.

Discorso analogo vale in riferimento al campo elettrico generato dal trasformatore delle torri eoliche; infatti il trasformatore BT/MT è installato all'interno della torre, pertanto il campo elettrico generato da quest'ultimo risulta essere perfettamente schermato dalle pareti della struttura metallica della torre stessa.

#### 5. CONCLUSIONI

In accordo a quanto esposto in detta relazione tecnica emerge quanto segue:

- a) in riferimento al cavo interrato 3x1x185 mm<sup>2</sup>, collegante la cabina di consegna al quadro MT della CP di "Colle Sannita" (Impianto di rete), tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)", per le quali l'applicazione della metodologia di calcolo è esclusa in quanto le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991;
- b) in riferimento al collegamento in cavo interrato 3x1x185 mm<sup>2</sup> 12/20 kV con conduttore in rame, tra le torri eoliche e tra le torri eoliche e la cabina di utente (impianto di utenza), tale caso rientra tra i punti indicati al paragrafo 3.2 dell'allegato al DM 29/5/2008, "linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree)", per le quali l'applicazione della metodologia di calcolo è esclusa in quanto le fasce associabili hanno ampiezza ridotta inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n° 449/88 e dal decreto del Ministro dei lavori Pubblici del 16 Gennaio 1991;
- c) in riferimento alla cabina di consegna la DPA **risulta 2m** (metodologia paragrafo 5.2.1 allegato al DM 29/5/2008)
- d) in riferimento alla cabina utente la DPA risulta **0,5m** ((metodologia paragrafo 5.2.1 allegato al DM 29/5/2008)

		<b>Elab 11</b>	
	Titolo:  <p style="text-align: center;"><b>Relazione tecnica campi elettrici e magnetici</b></p>	Rev.00  12/2016	Pag.15 di 15

- e) in riferimento alla torre eolica, la DPA risulta **5m** (metodologia calcolo analitico dell'induzione B generata dal trasformatore)

In corrispondenza dei suddetti elementi dell'impianto, non sussistono luoghi destinati a permanenza continuativa di persone superiore a 4h.

## 6. TAVOLE DI RIFERIMENTO

Si riportano gli elaborati di riferimento connessi alla presente relazione tecnica, costituenti l'intero progetto in oggetto:

- Elab 10            Relazione tecnica opere di connessione
- TAV 22.1        Schema elettrico unifilare
- TAV 22.2        Cabina di consegna e di utente: pianta e prospetti
- TAV 22.3        Cabina di consegna e di utente: impianto luce e FM
- TAV 22.4        Impianto di utenza e di rete per la connessione: sezioni cavidotto di media tensione interrato
- TAV 22.5        Impianto di rete per la connessione: planimetria catastale
- TAV 22.6        Cabina di consegna, di utente e torri eoliche: impianto di terra



	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 1 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi:  <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

Il presente documento è di proprietà intellettuale della società ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A. ; ogni riproduzione o divulgazione dello stesso dovrà avvenire con la preventiva autorizzazione della suddetta società la quale tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

This document is intellectual property of ENEL DISTRIBUZIONE S.p.A. ; reproduction or distribution of its contents in any way or by any means whatsoever is subject to the prior approval of the above mentioned company which will safeguard its rights under the civil and penal codes.

## INDICE

<b>1. Scopo</b>	<b>pag</b>	<b>2</b>
<b>2. Campo di applicazione</b>	“ ”	<b>2</b>
<b>3. Componenti</b>	“ ”	<b>2</b>
<b>4. Prescrizioni di riferimento</b>	“ ”	<b>3</b>
<b>5. Unità di misura</b>	“ ”	<b>4</b>
<b>6. Caratteristiche tecniche</b>	“ ”	<b>4</b>
<b>7. Caratteristiche costruttive</b>	“ ”	<b>4-5</b>
<b>8. Pezzature e imballi di fornitura</b>	“ ”	<b>6-10</b>

Revisione	Natura della modifica
1	Prima emissione
2	Introduzione cavo isolato con materiale elastomerico termoplastico Introduzione § “Pezzature ed Imballi di fornitura”

	Emissione	Collaborazioni e verifiche			Approvazione
Ente	DIS-IUN-UML	DIS-IUN-UML	DIS-QSA		DIS-IUN
Firmato	E.Cesari V.Spinelli	R.Grimaldi			E. Di Marino

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 2 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

## 1. Scopo

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di indicare le caratteristiche dei cavi MT ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al, isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE o in materiale elastomerico termoplastico, schermo in tubo di Al e guaina in PE. Tali cavi avranno la sigla di designazione ARE4H5EX in caso di isolamento estruso in XLPE e ARP1H5EX in caso di isolamento estruso in materiale elastomerico termoplastico.

## 2. Campo di applicazione

I cavi previsti in specifica sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con  $U_0/U=12/20$  kV e tensione massima  $U_m=24$  kV.

## 3. Componenti

I cavi previsti in specifica sono di seguito illustrati:

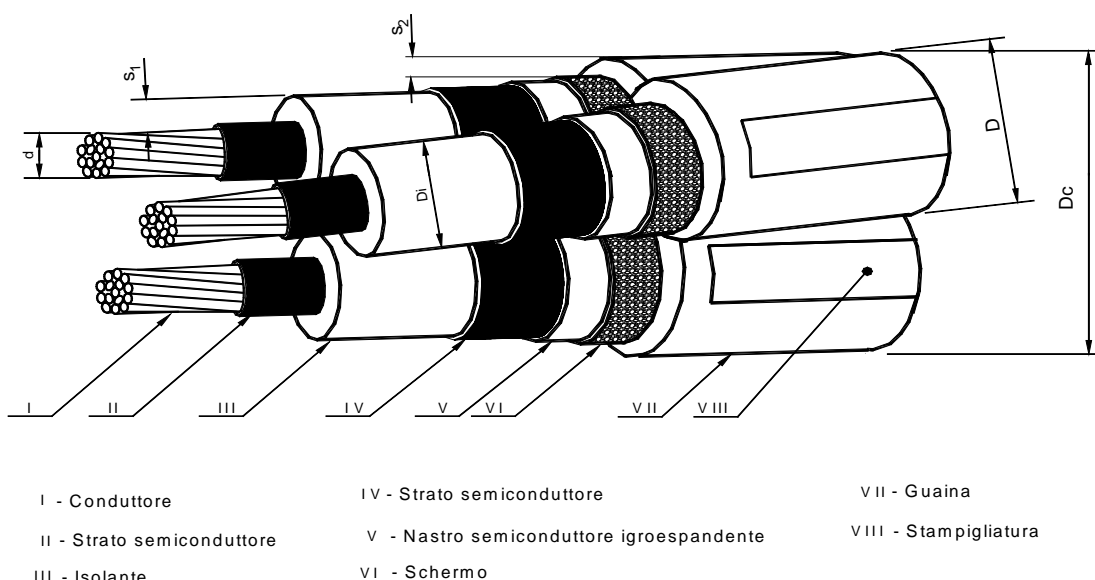


Fig. 1

 <b>L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.</b> <b>Enel Distribuzione</b>	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 3 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per          posa interrata con conduttori in Al ,          isolamento a spessore ridotto, schermo          in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

#### PROSPETTO 1 - Caratteristiche dei cavi

1	2	3	4	5	6	7	8
Matricola	Tipo	Isolante	Numero di conduttori per sezione nominale (n° x mm <sup>2</sup> )	Diametro circoscritto Dc max. (mm)	Massa circa (kg/km)	Portata (1) (A)	Corrente termica di corto circuito (2) (kA)
33 22 82	DC 4385/1	XLPE	3 x (1x70)	65	2150	200	9
	DC 4385/3	HPTE					
33 22 84	DC 4385/2	XLPE	3 x (1x185)	78	3550	360	24
	DC 4385/4	HPTE					

1. I valori di portata valgono in regime permanente per il cavo posato singolarmente e direttamente interrato alla profondità di 1,2 m, temperatura dei conduttori non superiore a 90 °C; temperatura del terreno 20 °C e resistività termica del terreno 1 °C m/W  
(Poiché allo stato attuale non esiste una normativa che recepisce pienamente il cavo in tabella, si consiglia di preferire la posa in tubo, in questo caso i limiti di portata sono circa : 160 A e 288 A).

2. I valori della corrente termica di corto circuito valgono nelle seguenti condizioni: durata del corto circuito 0,5 s, temperatura iniziale dei conduttori pari alla temperatura massima ammissibile in regime permanente (90 °C), temperatura finale dei conduttori 250 °C.

#### ESEMPIO DI DESCRIZIONE RIDOTTA

**C A V O   X X X X X X X      1 2 / 2 0 k V   3 x ( 1 x X X X )**

#### 4. Prescrizioni di riferimento

- cavo del tipo ARE4H5EX (isolamento in XLPE)
  - costruzione: CEI 20-68 (esclusa guaina e per quanto applicabile)  
HD 620 S1 o IEC 60502-2 (guaina)
  - collaudo: Specifica Enel DC 4587 (esclusa guaina)  
Specifiche Enel DC 4585, DC4585a (guaina)
  
- cavo del tipo ARP1H5EX (isolamento in materiale elastomerico termoplastico)
  - costruzione : Norma CEI 20-86
  - collaudo : Specifica Enel DC 4582 Ed. II giugno 2008

 <b>Enel</b> L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA. Enel Distribuzione	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 4 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per          posa interrata con conduttori in Al ,          isolamento a spessore ridotto, schermo          in tubo di Al e guaina in PE</b>  Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008

## 5. Unità di misura

L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità di cavo è il metro.

## 6. Caratteristiche tecniche

Le principali caratteristiche tecniche dei cavi sono riportate nel prospetto seguente :

PROSPETTO II- Caratteristiche del cavo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sezione nomin. delle anime (mm <sup>2</sup> )	Numero dei fili del conduttore min. (n°)	Diametro del conduttore d (mm)	Spessore dell'isolante min. S1 (mm)	Diametro sull'isolante Di		Sezione nominale dello schermo min. (mm <sup>2</sup> )	Spessore del nastro dello schermo min. (mm)	Spessore medio della guaina S2 min. (mm)	Diametro esterno D		Resistenza Elettrica a 20 ° C (1)	
				min. (mm)	max. (mm)				min. (mm)	max. (mm)	del conduttore max (Ω/km)	dello schermo max (Ω/km)
70	12	9,5 <sup>-0,1</sup> <sub>+0,4</sub>	4,3	19,0	20,9	24	0,3	2,0	24,0	30,0	0,443	1,438
185	30	15,8 <sup>-0,2</sup> <sub>+0,4</sub>	4,3	25,0	27,2	30	0,3	2,0	30,0	35,0	0,164	1,045

Nota (1) - Il valore della resistenza elettrica è riferito all'unità di lunghezza del cavo tripolare e non della singola anima

## 7. Caratteristiche costruttive

### 7.1 Anime

- Conduttori di alluminio a corda rigida rotonda compatta; (HD 383)
- Strato semiconduttore estruso sul conduttore, di spessore minimo 0.3 mm;
- Isolante: polietilene reticolato XLPE (HD 620 Part 1, table 2A, tipo DIX 8) o materiale elastomerico termoplastico (CEI 20-86, Tabella1)
- Strato semiconduttore estruso sopra l'isolante, di spessore compreso fra 0.3 e 0.6 mm,
- Strato semiconduttore (eventuale) realizzato con nastri avvolti con sormonto minimo 25 %.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 5 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

## 7.2 Schermi e rivestimenti protettivi

- Strato realizzato con nastro semiconduttore igroespandente con sormonto minimo 10%. In alternativa tale strato può essere realizzato con mezzi ed accorgimenti diversi purchè equivalenti;
- Schermo : nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, con bordi sovrapposti di almeno 5 mm ed incollato allo strato protettivo;
- Rivestimento protettivo : guaina PE ( HD 620 Type DMP 2) di colore rosso RAL 3000.
- Anime riunite ad elica visibile con senso di cordatura sinistro e passo di riunione non superiore a 39 Dmax.

## 7.3 Stampigliatura

Sulla guaina esterna deve essere riportata per impressione in rilievo una stampigliatura, con **CARATTERI INCOLONNATI O AFFIANCATI** secondo quanto riportato in figura 1:

h: 4,0 ±1,0 mm

L: 2,0 ± 0,5 mm

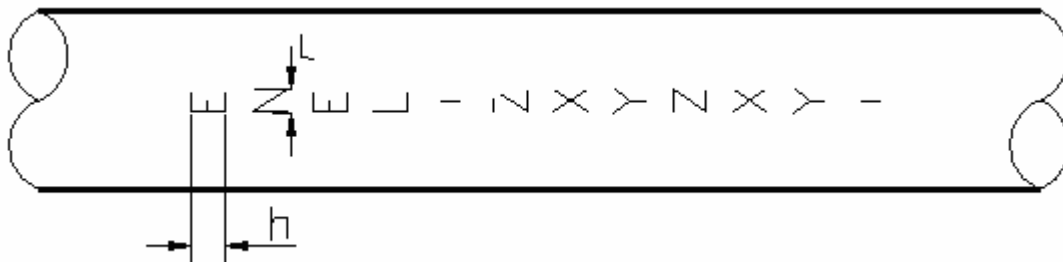



figura 1

La distanza tra la fine della marcatura e l'inizio della marcatura identica successiva deve essere conforme al documento HD 620 Part.1.3 contenente le seguenti iscrizioni nell'ordine indicato :

- a) la sigla di proprietà seguita da :
  - la sigla UNEL ( completa di tensione )
  - la sezione
  - il nome o il marchio del Costruttore
  - la lettera identificante lo stabilimento di costruzione
  - l' indice di progetto
  - l' anno e mese di fabbricazione
  - l'identificazione della fase, ripetuta almeno ogni 100 mm, negli intervalli tra due successive serie di iscrizioni;
- b) la metricatura, solo sulla fase 1; è ammessa anche la stampigliatura ad inchiostro

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 6 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

In alternativa alla suddetta modalità è ammesso riportare la stampigliatura di cui sopra con passo di 1 m.

Esempio di stampigliatura sull'anima di fase 1 :

ENEL ARE4H5EX 12/20kV 185 XXXXXX B 01 2007 12 0000 FASE 1 ... FASE 1 ...)

ENEL ARP1H5EX 12/20kV 185 XXXXXX B 01 2007 12 0000 FASE 1 ... FASE 1 ...)

## 8. Pezzature e imballi di fornitura

### 8.1 Lunghezze delle pezzature

Pezzatura :

- cavo 3x(1 x 70)    - 400 m
- cavo 3x(1 x 185) - 300 m

La tolleranza ammessa per una pezzatura è pari a  $\pm 3\%$  della lunghezza indicata in ordine; lunghezze inferiori sono ammesse al massimo per il 10% delle pezzature costituenti il lotto di consegna (stesso documento di trasporto), purché ciascuna sia di almeno 100 m; nel conteggio del suddetto 10% sono escluse le pezzature campione la cui lunghezza si è ridotta a causa delle prove di accettazione.

### 8.2 Imballi

Le bobine da utilizzare per la consegna dei cavi MT possono essere:

- a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "A" - RIUTILIZZABILI)
- non a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "B" - NON RIUTILIZZABILI)

Sulla parete esterna della flangia deve essere riportata, in aggiunta a quanto prescritto dal § 8.4 "Targature" della presente specifica, la dicitura "**TIPO A**" o "**TIPO B**".

Per entrambe le tipologie, nel caso di bobine in legno prodotti al di fuori della Comunità Europea, è necessario che tali imballi siano realizzati nel rispetto di quanto stabilito nella direttiva 2000/29/CE e successive modifiche "Misure di protezione contro l'introduzione nella Comunità di organismi nocivi ai vegetali o ai prodotti vegetali e contro la loro diffusione nella comunità" e risultino conformi alla nota ISPM 15 del 18/03/2002.

#### 8.2.1 Bobine a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "A" - RIUTILIZZABILI)

Bobine conformi alle prescrizioni della norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 e rispondenti ai requisiti riportati nel PROSPETTO seguente:

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 7 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

BOBINE UNI-CEI 2-1				PEZZATURE	CAVI
Tipo	Diametro minimo della flangia	Diametro minimo del tamburo	Larghezza max della bobina	Lunghezza pezzature max	
(#)	(mm)	(mm)	(mm) (4)	(m)	
22 (2)	2240	1400	1400	400 300	3x (1 x 70) 3x (1 x 185)

(#) La consegna delle pezzature "corte" definite al § 8.1 è possibile anche su bobine (dimensione) inferiore a quello prescritto, purchè sia rispettata ogni altra prescrizione.  
(2) Bobina provvista di chiocciola su una faccia interna della flangia atta a portare la testa interna del cavo all'esterno.

### 8.2.2 Bobine non a norma UNI-CEI 2-1 e 2-2 (Tipo "B" – NON RIUTILIZZABILI)

In alternativa al tipo "A" si possono utilizzare bobine non riconducibili alla norma di cui sopra purché venga presentata ad ENEL in fase di certificazione o nel corso dell'iter di gara, una relazione tecnica (di seguito "RT") strutturata secondo le linee guida descritte nel seguito.

Le bobine si intenderanno accettate in prova per un periodo di sei mesi a partire dalla data di prima consegna. Qualora ENEL non richieda di apportare modifiche, le bobine costruite in conformità alla RT si intenderanno Approvate.

In caso contrario, ed in ogni caso di aggiornamento della RT, il periodo di prova decorrerà nuovamente dalla data di prima consegna delle bobine oggetto di modifiche.

### Relazione tecnica (RT)

La relazione tecnica (RT) deve essere composta dai documenti di seguito descritti.

Si precisa che nei seguenti paragrafi alcuni requisiti sono preceduti dalla dicitura "Prescrizione", ed altri dalla dicitura "Indicazione". Nel primo caso i requisiti sono prescrittivi e pertanto la rispondenza agli stessi si intende condizione necessaria (non sufficiente) per l'accettazione in prova. Nel secondo caso, invece, il contenuto delle informazioni richieste non risulta vincolante per l'accettazione in prova.

- Documento tecnico: disegno tecnico costruttivo della bobina, comprendente la rappresentazione delle due sezioni (longitudinale e trasversale) completo di tutte le misure dimensionali e dell'evidenza (schema ingrandito del particolare) dei punti di ancoraggio del tamburo alle flange.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 8 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

Devono essere riportate le seguenti caratteristiche dimensionali:

- parti in legno

<ul style="list-style-type: none"> <li>- per la flangia <ul style="list-style-type: none"> <li>o larghezza tavole</li> <li>o diametro</li> <li>o spessore</li> <li>o diametro del foro assiale</li> <li>o spessore contro-flange</li> </ul> </li> <li>- larghezza della bobina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- per il tamburo <ul style="list-style-type: none"> <li>o larghezza tavole</li> <li>o diametro</li> <li>o larghezza</li> <li>o spessore doghe</li> </ul> </li> <li>- per i tiranti <ul style="list-style-type: none"> <li>o numero</li> <li>o diametro</li> <li>o lunghezza</li> </ul> </li> </ul>
---	---

- parti metalliche

dimensioni e numero dei componenti metallici (tiranti, piastre di supporto e di fissaggio)

- Documentazione fotografica:

una foto vista laterale ed una vista frontale raffigurante la bobina vuota, la bobina con cavo avvolto priva di copertura esterna, la bobina completa di copertura esterna (per un totale di almeno 6 foto) ed il particolare relativo alla targa identificativa dove sono riportati i dati della bobina e della fornitura (ad un livello di ingrandimento tale da consentire la lettura delle informazioni ritratte).

- Scheda tecnica del legname:

Prescrizioni:

devono essere impiegate specie legnose provenienti dalle conifere o altro legname di documentate caratteristiche prestazionali equivalenti.

Il legname utilizzato deve essere esente da attacchi di funghi e di insetti; le tavole devono essere prive di smussi e nodi non aderenti (morti)

Indicazioni:

riportare la percentuale di umidità massima del legname al termine del processo di fabbricazione della bobina.

Riportare la descrizione degli eventuali trattamenti cui è stato sottoposto il legname

- Scheda tecnica dei metalli:

Indicazioni:

indicare il tipo di materiale utilizzato



	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 9 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

- Modalità costruttive

Prescrizioni:

le bobine non devono in nessun caso presentare sporgenze metalliche di alcun genere (queste potrebbero infatti procurare tagli o lesioni in fase di movimentazione).

Le eventuali parti in legno non devono essere verniciate.

La superficie esterna del tamburo e quella interna delle flange devono essere piallate e le tavole costituenti le flange devono essere accostate; la chiodatura delle tavole per le flange deve essere ribadita all'esterno e la testa del chiodo deve penetrare, con apposita ribaditura, all'interno delle tavole.

Le tavole del tamburo devono avere i bordi smussati ed essere accostate; non sono ammesse tavole sconnesse o gradini tra tavola e tavola o tra tavole e tiranti metallici.

Indicazioni:

riportare la tipologia/tecnica di saldatura (ove presente) e i trattamenti anti-ossidazione.

- Dichiarazione sintetica

Deve essere riportato il testo che segue: "Si dichiara che le bobine descritte nel presente documento sono equivalenti, dal punto di vista funzionale, a quelle descritte dalla norma **UNI-CEI 2-1 e 2-2** e rispondono ai medesimi requisiti in termini di sicurezza nella movimentazione e nella posa/svolgimento del cavo. Inoltre, si dichiara che le bobine hanno una solidità strutturale tale da garantire la tenuta di almeno 24 mesi, anche se esposte agli agenti atmosferici"

### 8.3 Protezioni

I cavi devono essere protetti in modo da evitare danneggiamenti o manomissioni durante i trasporti e le movimentazioni, ivi compresi quelli in ambito ENEL.

Nel caso si intenda utilizzare un tipo di protezione in alternativa alle doghe, questo non dovrà essere realizzato con materiali che, in fase di smaltimento, risultino classificabili come rifiuti pericolosi ; in ogni caso tutte le protezioni alternative alle doghe dovranno essere esplicitamente approvate da ENEL in fase di certificazione o nel corso dell'iter di gara.

Le estremità libere del cavo devono essere opportunamente protette contro la penetrazione di acqua e di umidità durante il trasporto, l'immagazzinamento, che può essere anche all'aperto, e la posa.

Presso il Costruttore le bobine di cavo finito e collaudato non possono essere parcheggiate senza doghe o protezioni equivalenti in zone esposte alle intemperie (sole, pioggia, etc.) e ad urti accidentali se non per il tempo necessario alla loro dogatura o protezione similare.

Salvo diversamente previsto nella lettera d'ordine, la protezione (dogatura o altro) delle bobine deve essere effettuata al 100%.

Il distanziamento tra lo strato esterno del cavo e la dogatura deve essere sufficiente ad evitare danneggiamenti al cavo stesso e, comunque, mai inferiore a **50 mm**; per ottemperare a detta prescrizione si possono privilegiare, se necessario, pezzature di lunghezza ridotta fino alla minima ammessa.

	SPECIFICA DI COSTRUZIONE	Pagina 10 di 10
	<b>Cavi MT tripolari ad elica visibile per posa interrata con conduttori in Al , isolamento a spessore ridotto, schermo in tubo di Al e guaina in PE</b>	<b>DC 4385</b> Rev. 2 del Giugno 2008
	Sigla designazione cavi: <b>ARE4H5EX      ARP1H5EX</b>	

#### 8.4 Targature

Sulla superficie esterna di almeno una delle **flange della bobina** di trasporto, , devono essere riportati, con caratteri chiaramente leggibili ed indelebili, oltre a quant'altro previsto nell'ordine, almeno i seguenti dati, ove applicabile:

- la matricola ENEL del cavo;
- il nome o il marchio della ditta proprietaria della bobina;
- il nome del Costruttore del cavo;
- la sigla e la formazione del cavo;
- il tipo e la matricola della bobina;
- il peso complessivo lordo (soltanto per le pezzature su bobina)
- il peso netto;
- il peso di un metro di cavo;
- la lunghezza effettiva della pezzatura;
- gli estremi dell'ordinazione ENEL;
- il numero e la data dell'avviso di spedizione

**N.B. Sulle due facce esterne delle flange per bobine realizzate in legno, deve essere riportato il marchio che dimostri come il legno utilizzato per la loro costruzione sia stato sottoposto a trattamento come stabilito nella direttiva 2000/29/CE richiamata nel § 8.2.**

#### 8.5 Trasporto

Al fine di agevolare le operazioni di scarico, le bobine devono essere disposte sugli automezzi mantenendo tra le flange la distanza necessaria per inserire i mezzi di sollevamento, ovvero in modo tale da consentire lo scarico con idonei mezzi di movimentazione a forche.

**Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche**  
**Power - Ground and/or wind farm applications**

**RG7H10R EPRO-SETTE™**

**Tripolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Three cores from 1,8/3 kV to 45 kV**



**Norma di riferimento**

CEI 20-13 (IEC 60840 per 26/45 kV)

**Standard**

CEI 20-13 (IEC 60840 per 26/45 kV)

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

**Semiconduttivo interno**

Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione ≥ 6/10 kV)

**Isolante**

Mescola di gomma ad alto modulo G7

**Semiconduttivo esterno**

Elastomerico estruso (solo per cavi con tensione ≥ 6/10 kV)

pelabile a freddo

**Schermatura**

Schermo a nastri di rame rosso su ogni anima

**Riempitivo**

Materiale non igroscopico

**Guaina**

PVC, di qualità Rz, colore rosso

**Marcatura**

**PRYSMIAN (sigla sito produttivo) EPRO-SETTE <tensione> <anno>**

**Cable design**

**Core**

Compact stranded bare copper conductor

**Inner semi-conducting layer**

Extruded elastomeric compound  
(only for rated voltage ≥ 6/10 kV)

**Insulation**

High module rubber compound, G7 type

**Outer semi-conducting layer**

Extruded cold strippable elastomeric compound  
(only for rated voltage ≥ 6/10 kV)

**Screen**

Bare copper tape screen on each core

**Filler**

Non-hygroscopic material

**Sheath**

PVC, Rz type; colour red

**Marking**

**PRYSMIAN (production site label) EPRO-SETTE <rated voltage> <year>**

**Applicazioni**

I cavi possono essere forniti con caratteristiche di:

- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi (AFUMEX)

**Applications**

Cables can be supplied with the following characteristics:

- fire retardant and with low emission of corrosive substances
- low emission of opaque smoke and toxic gases and without corrosive gases (AFUMEX)

**Accessori idonei**

**Terminali**

STI GT (pag. 136), STE GT (pag. 138),  
 FMCS 250 (pag. 140), FMCE (pag. 142), FMCTs-400 (pag. 144),  
 FMCTXs-630/C (pag. 148)

**Giunti**

SGE-RI (pag. 155)

**Suitable accessories**

**Terminations**

STI GT (pag. 136), STE GT (pag. 138),  
 FMCS 250 (pag. 140), FMCE (pag. 142), FMCTs-400 (pag. 144),  
 FMCTXs-630/C (pag. 148)

**Joints**

SGE-RI (pag. 155)

TEMPERATURA  
 FUNZIONAMENTO /  
 OPERATING  
 TEMPERATURE



TEMPERATURA  
 CORTOCIRCUITO /  
 SHORT-CIRCUIT  
 TEMPERATURE



CEI 20-35  
 EN 60332



RIGIDO /  
 RIGID



**Condizioni di posa / Laying conditions**

TEMPERATURA  
 MIN. DI POSA -0 °C /  
 MINIMUM  
 INSTALLATION  
 TEMPERATURE -0 °C



CANALE  
 INTERRATO /  
 BURIED  
 TROUGH



TUBO INTERRATO /  
 BURIED DUCT



ARIA LIBERA /  
 OPEN AIR



DIRETTAMENTE  
 INTERRATO /  
 DIRECTLY BURIED



INTERRATO CON  
 PROTEZIONE /  
 BURIED WITH  
 PROTECTION



Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche  
Power - Ground and/or wind farm applications

**RG7H10R EPRO-SETTE™**

Tripolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Three cores from 1,8/3 kV to 45 kV

**Tripolare - conduttore di rame / Three cores - copper conductor - RG7H10R**

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria	posa interrata	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)
								underground installation	
								p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
								(A)	(A)

**Dati costruttivi / Construction charact. - 1,8/3 kV**

10	3,8	2,0	25,6	910	330
16	4,8	2,0	27,7	1160	360
25	6,0	2,0	30,7	1580	390
35	7,0	2,0	33,1	1960	430
50	8,2	2,0	35,6	2350	470
70	9,9	2,0	40,0	3160	530
95	11,6	2,0	43,6	4040	570
120	13,1	2,0	47,4	4940	620
150	14,4	2,0	50,3	5820	660
185	16,1	2,0	54,5	7120	720
240	18,5	2,0	60,1	9020	800
300	21,1	2,0	65,7	11120	870
400	23,9	2,0	71,4	13820	950
500	27,1	2,2	80,9	17720	1080

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 1,8/3 kV**

10	84	93	72
16	109	120	92
25	144	155	118
35	175	185	141
50	207	216	165
70	260	265	201
95	317	316	240
120	366	359	272
150	414	400	304
185	476	453	343
240	555	519	394
300	635	584	443
400	716	651	497
500	821	733	559

**Dati costruttivi / Construction charact. - 3,6/6 kV**

10	3,8	3,0	30,3	1210	390
16	4,8	3,0	32,4	1480	420
25	6,0	3,0	35,3	1840	460
35	7,0	3,0	37,4	2200	490
50	8,2	3,0	40,7	2740	530
70	9,9	3,0	44,5	3530	590
95	11,6	3,0	48,5	4490	640
120	13,1	3,0	52,3	5430	690
150	14,4	3,0	55,2	6330	730
185	16,1	3,0	59,4	7670	790
240	18,5	3,0	65,3	9670	870
300	21,1	3,0	70,6	11780	940
400	23,9	3,0	76,3	14540	1010
500	27,1	3,2	86,2	18610	1150

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 3,6/6 kV**

10	85	93	72
16	110	119	92
25	144	152	118
35	176	183	141
50	210	215	165
70	262	263	202
95	319	314	240
120	369	358	273
150	415	398	304
185	477	451	344
240	555	517	395
300	635	582	444
400	717	651	499
500	822	734	561

**Dati costruttivi / Construction charact. - 6/10 kV**

10	3,8	3,4	36,5	1580	480
16	4,8	3,4	39,2	1930	520
25	6,0	3,4	42,0	2370	550
35	7,0	3,4	44,5	2780	590
50	8,2	3,4	47,2	3300	620
70	9,9	3,4	51,4	4190	680
95	11,6	3,4	55,4	5200	730
120	13,1	3,4	58,7	6140	780
150	14,4	3,4	62,5	7200	830
185	16,1	3,4	66,6	8570	880
240	18,5	3,4	72,2	10610	960
300	21,1	3,4	78,4	12920	1040
400	23,9	3,4	84,5	15850	1120
500	27,1	3,4	92,7	19750	1230

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 6/10 kV**

10	73	78	65
6	107	112	89
25	144	148	116
35	175	177	138
50	208	209	163
70	260	257	199
95	316	307	237
120	364	349	269
150	407	388	300
185	468	440	339
240	550	510	393
300	630	580	444
400	720	655	505
500	835	745	575

**Energia - Applicazioni terrestri e/o eoliche**  
**Power - Ground and/or wind farm applications**

**RG7H10R EPRO-SETTE™**

Tripolare da 1,8/3 kV a 45 kV / Three cores from 1,8/3 kV to 45 kV

**Tripolare - conduttore di rame / Three cores - copper conductor - RG7H10R**

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria	posa interrata	
conductor cross-section	approximate conductor diameter	insulation thickness	maximum outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm²)	(A)	(A)	(A)

**Dati costruttivi / Construction charact. - 8,7/15 kV**

16	4,8	4,5	44,6	2370	590
25	6,0	4,5	47,4	2830	620
35	7,0	4,5	49,8	3280	660
50	8,2	4,5	52,9	3870	700
70	9,9	4,5	56,7	4760	750
95	11,6	4,5	60,7	5820	800
120	13,1	4,5	64,4	6830	850
150	14,4	4,5	67,7	7860	900
185	16,1	4,5	71,9	9300	950
240	18,5	4,5	77,5	11400	1030
300	21,1	4,5	83,3	13700	1110
400	23,9	4,5	89,9	16770	1200

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 8,7/15 kV**

16	98	101	83
25	145	144	114
35	176	173	136
50	209	204	160
70	261	250	195
95	314	298	232
120	361	339	263
150	407	378	293
185	468	429	332
240	550	500	384
300	630	565	434
400	720	635	492

**Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV**

35	7,0	5,5	54,7	3790	720
50	8,2	5,5	57,4	4360	760
70	9,9	5,5	62,0	5390	820
95	11,6	5,5	65,9	6470	870
120	13,1	5,5	69,3	7470	920
150	14,4	5,5	72,6	8540	960
185	16,1	5,5	76,8	10020	1020
240	18,5	5,5	82,0	12090	1090
300	21,1	5,5	88,7	14620	1180

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV**

35	177	175	138
50	209	207	162
70	260	253	198
95	315	300	234
120	362	342	266
150	408	381	296
185	468	431	335
240	550	500	387
300	630	561	435

**Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV**

35	7,0	8,0	69,3	5580	920
50	8,2	8,0	70,2	5970	930
70	9,9	8,0	74,0	6980	980
95	11,6	8,0	78,0	8170	1040
120	13,1	8,0	81,3	9260	1080
150	14,4	8,0	85,1	10490	1130
185	16,1	8,0	89,3	12070	1190
240	18,5	8,0	94,5	14270	1260
300	21,1	8,0	100,3	16760	1340

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV**

35	177	174	131
50	209	204	162
70	259	250	198
95	314	298	235
120	360	340	267
150	405	378	297
185	465	428	336
240	545	496	388
300	625	560	438

**Dati costruttivi / Construction charact. - 26/45 kV**

70	9,9	10,0	87,3	9110	1160
95	11,6	10,0	91,3	10400	1220
120	13,1	10,0	94,7	11570	1260
150	14,4	9,0	93,1	11880	1240
185	16,1	9,0	96,9	13440	1290

**Caratt. elettriche / Electrical charact. - 26/45 kV**

70	255	241	193
95	308	288	229
120	353	327	260
150	398	366	290
185	457	416	328

Energia e segnalamento  
Power and signalling

FG7R

0,6/1 kV



## FG7R

sezione nominale conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	diametro indicativo conduttore approx. diameter, conductor of the phase core (mm)	spessore medio isolante average insulation thickness (mm)	diametro esterno massimo maximum outer diameter (mm)	peso indicativo del cavo approx. weight (kg/km)	resistenza massima a 20 °C in c. c. maximum DC resistance at 20 °C (Ω/km)	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C				raggio minimo di curvatura minimum bending radius (mm)	
						30 °C in aria in open air at 30 °C	30 °C in tubo in aria in duct in air at 30 °C	interrato in tubo in buried duct at 20 °C			interrato buried at 20 °C
								permissible current rating (A)			
								in buried duct at 20 °C			
								ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W	ρ=1°C m/W	ρ=1,5 °C m/W

## 1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35375

1,5	1,5	0,7	6,7	51	13,3	24	20	22	21	35	32	30
2,5	1,9	0,7	7,2	65	7,98	33	28	29	27	45	39	30
4,0	2,4	0,7	7,8	80	4,95	45	37	37	35	58	51	35
6,0	3,0	0,7	8,4	105	3,30	58	48	47	44	73	64	40
10,0	4,1	0,7	9,4	150	1,91	80	66	63	59	97	85	40
16,0	5,2	0,7	10,4	200	1,21	107	88	82	77	125	110	45
25,0	6,3	0,9	12,2	300	0,780	135	117	108	100	160	141	55
35,0	7,7	0,9	13,6	390	0,554	169	144	132	121	191	169	60
50,0	9,4	1,0	15,4	540	0,386	207	175	166	150	226	199	65
70,0	10,9	1,1	17,3	740	0,272	268	222	204	184	277	244	75
95,0	12,7	1,1	19,4	940	0,206	328	269	242	217	331	292	85
120,0	14,5	1,2	21,4	1200	0,161	383	312	274	251	377	332	90
150,0	15,6	1,4	23,8	1480	0,129	444	355	324	287	420	370	100
185,0	17,8	1,6	26,0	1830	0,106	510	417	364	323	476	419	110
240,0	20,0	1,7	29,2	2340	0,0801	607	490	427	379	550	484	120
300,0	23,1	1,8	32,0	2950	0,0641	703	-	484	429	620	546	140
400,0	26,7	2,0	36,5	3850	0,0486	823	-	564	500	700	616	150

**Note / Notes:**

Le portate dei cavi unipolari sono state calcolate per tre cavi a trifoglio

Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m

Current carrying capacities for single core cables are calculated assuming three cables laying in trefoil formation

Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m