

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA
U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA
I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA

ELABORATI A CARATTERE GENERALE

Linea primaria 150 kV - Relazione generale di sintesi degli interventi

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IF0G 01 D 18 RG LP0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G.Trezza <i>[Signature]</i>	07.2017	M. Carones <i>[Signature]</i>	07.2017	D. Aprea <i>[Signature]</i>	07.2017	G. G. Barini <i>[Signature]</i>

ITALFERR S.p.A.
 U.O. Tecnologie Centro
 Ing. Giulio Barini
 Ordine Ingegneri Provincia di Bari
 n° 17812

File: IF0G01D18RGLP0000001A.doc

n. Elab.: **712**

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	LINEA PRIMARIA DI HIRPINIA	3
1.2	LINEA PRIMARIA DI APICE	4
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.	5
3	ISTRUZIONI TECNICHE E SPECIFICHE F.S. SUI MATERIALI.	6
4	STUDIO DEL TRACCIATO	7
4.1	ELETTRODOTTO DI HIRPINIA	7
4.2	CAVIDOTTO APICE	7
5	CARATTERISTICHE ELETTRODOTTO AEREO	9
6	CARATTERISTICHE DEI CONDUTTORI E DELLA FUNE DI GUARDIA	10
7	CARATTERISTICHE DEI PALI	10
8	CARATTERISTICHE DELLE FONDAZIONI	11
9	MESSE A TERRA.	11
10	TARGHE MONITORIE.	12
11	MORSETTERIA.	12
12	ISOLATORI.	12
13	DISPOSITIVO PER AVVISTAMENTO AEREO	13
14	CARATTERISTICHE CAVIDOTTO	13
15	FASCE DI ASSERVIMENTO LINEA AEREA	14
16	FASCE DI ASSERVIMENTO LINEA INTERRATA AT	16
17	QUANTITA' PRINCIPALI	17

PREMESSA

Questo documento riguarda i criteri generali per tutte le attività di progettazione, compreso le soluzioni tecniche adottate per la progettazione degli elettrodotti a 150 kV per l'alimentazione delle SSE RFI di Hirpinia e di Apice.

1.1 LINEA PRIMARIA DI HIRPINIA

La Sottostazione di Hirpinia sarà alimentata da un nuovo elettrodotto a 150kV a doppia terna proveniente dalla Cabina elettrica di Flumeri gestita dalla società ENEL.

Tale linea avrà una estensione di circa 4.5km e verrà equipaggiata con sostegni di tipo poligonale a basso impatto ambientale e con conduttore da 22.8mm (fig.1).

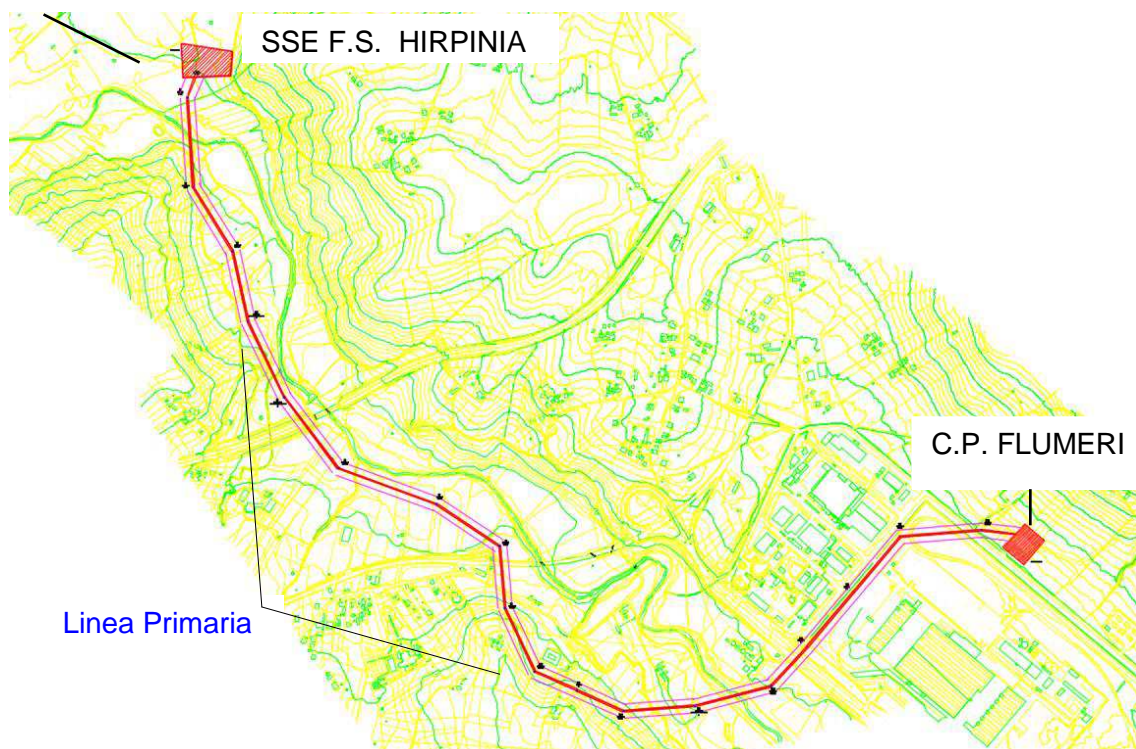


FIG.1 LP Hirpinia

1.2 LINEA PRIMARIA DI APICE

La Sottostazione di Apice sarà alimentata da un nuovo elettrodotto interrato a 150kV con terna disposta a trifoglio proveniente dal reparto AT TERNA 150kV ubicato nella SSE esistente di Apice posizionata nelle vicinanze dell'area destinata alla realizzazione della nuova SSE.

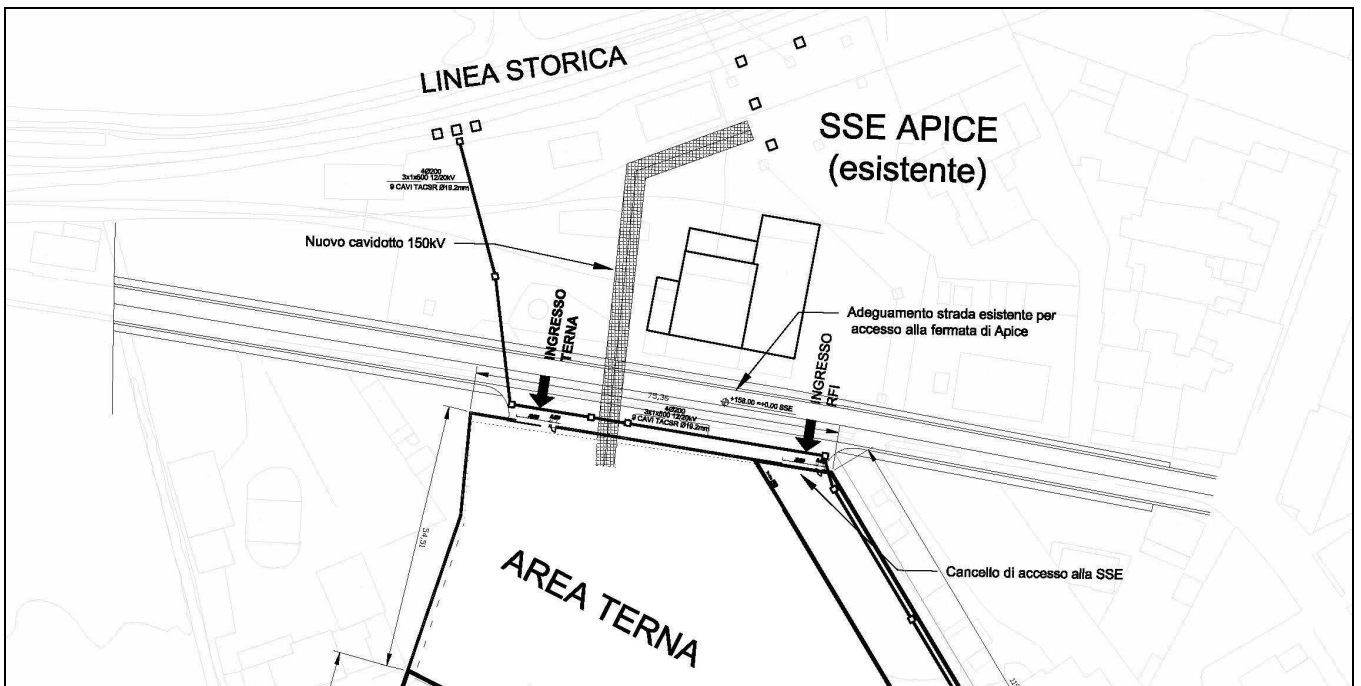


FIG.2 LP Apice

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO.

- 1) Legge n. 339 del 28/06/1986.
- 2) Norme CEI 11-4 V edizione Settembre 1998 “Esecuzione delle linee elettriche aree esterne” Fascicolo 4644 C.
- 3) D.M. 21/03/88: “Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne.”
- 4) D.P.C.M. 23/04/92: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno.
- 5) Legge n° 1086 del 5 Novembre 1971: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- 6) Legge 4/2/1963, n°58 “Limitazione degli ostacoli alla navigazione aerea”,
- 7) D.L. 30/4/92 n°285 “Nuovo codice della strada”.
- 8) D.L. 10/9/1993 n°360 “Disposizioni correttive ed integrative del Codice della strada”.
- 9) D.P.R.16/12/1992 n°485 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada”.
- 10) DPC.M del 28/09/95 Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/92 relativamente agli elettrodotti
- 11) Norma CEI 11.1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata" Ed. 1/1999.
- 12) D.M. 16.1.1996 “Norme tecniche per l’esecuzione di opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- 13) CNR-UNI 10011-88,: Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- 14) Norme UNI - EN 10025.

- 15) CEI 7.6: zincatura a caldo.
- 16) D.P.C.M. 8/07/03: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti.
- 17) DM 29/05/2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti
- 18) Legge 22 febbraio 2001, n.36; “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”.

3 ISTRUZIONI TECNICHE E SPECIFICHE F.S. SUI MATERIALI.

- Istruzione tecnica LP021 – ed. 2002
- Informazione Tecnica FF.SS. TE56 Ed. 1991: Fune di guardia acciaio dia. 10.5.
- Informazione Tecnica FF.SS. TE53 Ed. 1991: Conduttore Alluminio - Acciaio dia.22.80.
- Norma Tecnica FF.SS. TE44 Ed. 1990: Fornitura trefolo di guardia in acciaio zincato e dei dispositivi di attacco sul palo.
- Norma Tecnica FF.SS. TE45 Ed. 1990: Isolatori in vetro temperato.
- Norma Tecnica FF.SS. TE42 Ed. 1990: Fornitura di morse di ormeggio, giunti e manicotti di riparazione, tipo a compressione.
- Norma Tecnica FF.SS. TE41 Ed. 1990: Fornitura morsetti di sospensione per corde bimetalliche.
- Norma Tecnica FF.SS. TE43 Ed. 1990: Fornitura degli accessori metallici per catene di isolatori sospesi.
- Norma tecnica FS – LP 003 Ed. Febbraio 2000: Istruzione Tecnica
- DI.TC.TE. IT-LP/TE165 - Ed.11/1999: Istruzione Tecnica: Elettrodotti A.T. 132-150kV equipaggiati con sostegni monostelo in lamiera pressopiegata a sezione poligonale;
- Specifica Tecnica F.S. LP001/2000: Amarri spinterometrici.

4 STUDIO DEL TRACCIATO

4.1 ELETTRDOTTO DI HIRPINIA

L'elettrodotto attraversa un territorio prevalentemente agricolo, scarsamente abitato e con ampie zone protette dal punto di vista archeologico. Pertanto si è studiato un percorso della linea che tenga conto dei vincoli esistenti.

Partendo dalla Cabina Primaria di ENEL, detto tracciato costeggia la zona industriale ASI, poi attraversa il fiume Ufita per posizionarsi in aree prive di nuclei abitativi. Si dirige verso la SSE F.S. di Hirpinia (vedi fig. 1).

In ogni caso, comunque, allo scopo di minimizzare l'impatto sul territorio determinato dalla realizzazione dei nuovi tratti di elettrodotto, è stato condotto un approfondito studio dei tracciati.

Per quanto poi attiene i profili dei tratti interessati dagli interventi in questione, in relazione alle caratteristiche della catenaria, è stato verificato che, le frecce dei conduttori più bassi alla temperatura limite di +55°C siano tali che, in ogni punto delle varie campate, le distanze dei conduttori dal suolo e da qualsiasi punto delle opere attraversate o prospicienti siano sempre superiori a quelle minime ammesse dalle norme vigenti.

In particolare è stato verificato che, nelle ipotesi dettate dalla normativa vigente, risultino rispettate le seguenti distanze minime in conformità alla norma CEI 11-4.

4.2 CAVIDOTTO APICE

I lavori consisteranno nella realizzazione di un elettrodotto a singola terna a 150 kV in cavo interrato, ad isolamento solido, della lunghezza di circa 200m tra l'attuale sottostazione elettrica di Apice e l'area Terna in adiacenza alla futura SSE di Apice.

La posa sarà effettuata con la disposizione "a trifoglio" principalmente sul fondo di una trincea scavata ad una profondità minima di 160cm e di larghezza pari a 60cm.

Il cavo sarà posato su di un letto di posa dello spessore di 10cm costituito da sabbia o cemento; il tutto sarà poi ricoperto da un ulteriore strato dello spessore di 50cm di cemento magro.

Verrà inoltre posata, a quota 20 cm al di sopra del bauletto in cemento, una rete di segnalazione in materiale plastico di colore rosso-arancio con applicato sulla faccia superiore un nastro con la scritta "CAVI a 150.000 Volt" (o equivalente). Laddove necessario verrà inoltre

posata una palina con targa monitoria, piantata sul terreno a margine del tracciato del cavidotto.

Gli scavi verranno quindi re-interrati con inerti di caratteristiche adeguate; per i tratti asfaltati dovrà essere ricostruito il sottofondo pre-bitumato per uno spessore di 30 cm ed un tappeto d'usura per uno spessore minimo di 3 cm.

I cavi saranno terminati, sia nella sottostazione di partenza che in quella di arrivo con terminali montati su apposite strutture di sostegno (una per ciascun cavo), da installare in base a disegni predisposti dal Fornitore del cavo.

L'attraversamento della viabilità pubblica che separa l'attuale SSE dall'area della futura SSE, sarà effettuato utilizzando la tecnica denominata "perforazione teleguidata" consistente nell'esecuzione di un foro di attraversamento $\Phi 50\text{cm}$ nei quali verranno infilati tubi in PVC $\Phi 30\text{cm}$ a protezione di ogni cavo tipo serie pesante.

Per la realizzazione dello scavo con il metodo "perforazione teleguidata", verranno realizzati due pozzetti di dimensione adeguata ai 2 lati della strada..

La linea 150kV in cavo interrata uscirà dall'attuale sottostazione di Apice attraversando perpendicolarmente la viabilità pubblica che separa l'impianto esistente e l'area a disposizione perla costruzione della nuova SSE.

Il percorso dettagliato dell'elettrodotto è riscontrabile sull'elaborato:

- IF0G01D18P9SE0100005 SSE Apice – Piazzale di SSE/Disposizione apparecchiature (Layout).

5 CARATTERISTICHE ELETTRODOTTO AEREO

L'elettrodotto descritto in precedenza è classificato in Zona "A" (per i sovraccarichi), avranno le seguenti principali caratteristiche elettriche:

Tipo Elettrodotto	Doppia terna
Tensione Nominale	kV 150
Numero di terne:	2
Numero dei conduttori:	6
Numero funi di guardia:	1
Disposizione dei conduttori:	verticale
Frequenza	50 HZ

5.1 Caratteristiche Elettriche

Tensione nominale concatenata	kV 150
Frequenza	Hz 50

5.2 Caratteristiche geometriche

L'altezza dei vari sostegni, intesa come distanza dal suolo all'attacco delle catene isolanti sulla mensola più bassa, sarà tale da garantire che la distanza delle parti in tensione dal piano di campagna e da qualsiasi ostacolo, risulti compatibile con le prescrizioni delle vigenti normative.

In ogni caso i franchi rispetto al terreno ed alle opere interferite sono puntualmente riportati nei profili di progetto: Documento IF0G01D18F6LP0200001A – Profilo longitudinale.

6 CARATTERISTICHE DEI CONDUTTORI E DELLA FUNE DI GUARDIA

DESCRIZIONE	Unità di misura	CONDUTTORE		FUNE DI GUARDIA	
		Simbolo		Simbolo	
Materiale			All. Acc.		Acciaio
Formazione			26 x 3.06 + 7 x 2.80		19 x 2.10
Sezione totale	mm ²		307.7		65.81
Diametro	mm	Dc	22.80	Dt	10.50
Massa teorica	daN/ml	Pc	1.05	Pt	0.503

7 CARATTERISTICHE DEI PALI

Per l'elettrodotto di Irpinia si prevede di utilizzare sostegni poligonali a basso impatto ambientale. Detti sostegni sono di forma conica, sezione poligonale di 16 lati e sono costituiti da tronchi giuntati con il metodo "slip-on-joint". I tronchi sono in lamiera piegata e saldata nel senso longitudinale; la giunzione consiste in una adeguata

sovrapposizione del tronco superiore su quello inferiore in modo da ottenere un incastro perfetto.

I sostegni poligonali, per le azioni su di essi agenti, sono rigorosamente di tipo unificato e rientrano, per le condizioni di impiego, negli standard RFI e pertanto si omette qualsiasi tipo di verifica.

I sostegni di capolinea in sottostazione sono del tipo a traliccio ad aste sciolte bullonate.

Ambedue le tipologie sono del tipo standard (unificato) RFI.

8 CARATTERISTICHE DELLE FONDAZIONI

Le fondazioni saranno del tipo a blocco unico, in calcestruzzo armato gettato in opera.

Il tipo di fondazione dovrà essere definito in base alle caratteristiche del terreno, da accertare mediante apposite indagine geotecniche.

9 MESSE A TERRA.

Le messe a terra sono conformi alla Unificazione RFI

I sostegni sono muniti di corda di guardia e tutti verranno collegati a terra.

L'impianto di messa a terra dei nuovi sostegni, compatibilmente con le condizioni dei piani di posa, sarà eseguito in assoluta conformità a quanto previsto nella "Istruzione Tecnica LP/TE165 Ed. 11/99". In particolare andrà previsto un doppio spandente costituito da una piattina in acciaio zincato 4x40 mm, della lunghezza minima di 5 m, forata ad una estremità con un due fori $\varnothing = 13.5$ mm interasse 5 cm, per il collegamento al palo (su dadi saldati a filo interno, colà già predisposti) con 2 bulloni $\varnothing = 12$ mm.

La piattina dovrà essere posata in maniera visibile sulla superficie del blocco di fondazione, e nella parte interrata dovrà essere posata ad una quota di 0.8 m rispetto al piano di campagna.

In ogni caso dovranno essere tenute presenti le seguenti linee guida:

- superficie minima dell'impianto di terra a contatto col terreno: $S = 0.5 \text{ m}^2$

- collegamento di tutti i pali della linea con trefolo di guardia;
- conduttore di terra di norma in piattina di acciaio zincato 40x4 mm (Fe B 360);
- giunzioni tra piattine con saldatura o 2 bulloni $\varnothing = 12 \times 30$ mm con interasse 50 mm.

Nel caso di impossibilità di ridurre a valori accettabili le tensioni di passo e di contatto si può valutare la possibilità di utilizzare la tipologia di impianto composto da due anelli di terra costituiti da funi accoppiate in acciaio zincato $\varnothing=10.5$ mm di raggio rispettivamente 2 e 4 m dall'asse del palo, a profondità rispettivamente di 1 m e 2m, collegati fra loro in almeno quattro punti e collegati al sostegno tramite morsetti di accoppiamento cat./prog. 774/276 e piattina di cui sopra. Alternativamente si dovranno adottare le altre soluzioni previste dalla Istruzione Tecnica sopra richiamata.

10 TARGHE MONITORIE.

Le targhe monitorie sono conformi alla Unificazione RFI

11 MORSETTERIA.

La morsetteria deve rispondere alle specifiche RFI

Gli equipaggiamenti di amarro dei conduttori ai sostegni portale saranno del tipo "spinterometrico".

Gli amarri della fune di guardia ai portali di sottostazione F.S. saranno isolati.

12 ISOLATORI.

L'isolamento dell'elettrodotto è dimensionato per la tensione nominale di 150 kV e sarà realizzato con isolatori del tipo a cappa e perno conformi alla Norma LP 013 ED. 2001: Specifica Tecnica per la fornitura di isolatori a bastone in materiale composito per linee primarie alla tensione di 132-150 kV

Gli isolatori sono del tipo previsto dalle specifiche RFI

13 DISPOSITIVO PER AVVISTAMENTO AEREO

Saranno predisposti tutti i dispositivi richiesti dalle competenti Autorità Militari in relazione alla segnalazione aerea degli elettrodotti.

Per ciò che riguarda la segnaletica per le interferenze con la navigazione aerea, questa andrebbe impiegata nei tratti in cui la quota del trifolo di guardia supera la misura di 45m sul piano del terreno circostante, ma la tendenza più recente è quella di segnalare comunque ostacoli di altezza rilevante.

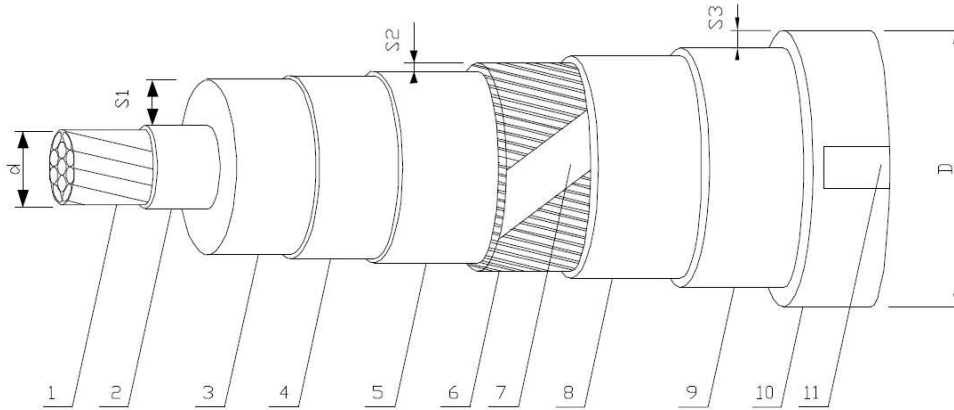
In ogni caso la modesta altezza del nuovo sostegno consente di evitare qualsiasi opera di segnalazione.

14 CARATTERISTICHE CAVIDOTTO

Le caratteristiche del cavo saranno conformi all'Istruzione tecnica **RFI/DTC.EE.TE 160**, ad esclusione della sezione che dovrà essere pari a 1600 mm² in conformità a quanto prescritto negli standard TERNA. Il cavo selezionato è l'ARE4H1H5E la cui portata, per posa a trifoglio, è di 1020 A.

Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata di cui alla norma CEI 20 - 29. Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, con eventuale fasciatura semiconduttiva. L'isolante è costituito da polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle norme HD 632 S1. Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso che, a sua volta è coperto da un nastro igroespandente avente la funzione di tamponamento longitudinale all'acqua. Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato o in tubo di alluminio di adeguata sezione; è ammessa la presenza di eventuale nastro igroespandente. Tra lo schermo metallico esterno (ovvero tra l'eventuale nastro igroespandente) e il rivestimento protettivo esterno c'è un nastro di alluminio longitudinale avente la funzione di tamponamento radiale all'acqua. Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa), rispondente alle norme HD 632 S1; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di

PVC nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa).



Disegno schematico cavo ARE4H1H5E

1. Conduttore; 2. Strato semiconduttore; 3. Isolante; 4. Strato semiconduttore; 5. Nastro igroespandente; 6. Schermo a fili di rame; 7. Nastro equalizzatore; 8. Nastro igroespandente (eventuale); 9. Nastro di alluminio incollato a polietilene; 10. Guaina termoplastica; 11. Stampigliatura.

Nella precedente figura è indicata una rappresentazione schematica del cavo descritto, mentre tutte le caratteristiche di dettaglio sono riscontrabili nella già citata specifica RFI.

15 FASCE DI ASSERVIMENTO LINEA AEREA

Per la determinazione della fascia d'asservimento vengono seguite le indicazioni fornite nelle "Istruzioni Tecniche di RFI" di cui ai riferimenti normativi.

In base ad esse la larghezza della fascia di asservimento dovrà essere determinata, per la campata e per il sostegno nelle condizioni più penalizzanti, utilizzando la seguente espressione:

$$B = 2 \cdot (m + s + d)$$

Doppia Terna

$$m = m_{\text{bassa}} + 0.01h$$

sbraccio mensola bassa + maggiorz. 1% h (altezza mensola interm.) per inflessione sostegno;

$$s = (g + f) \text{ sen}30^\circ$$

sbandamento del conduttore per effetto del vento;

$$g = 2 \text{ m}$$

lunghezza catena sospensione;

f freccia campata alla temperatura max di progetto;
d = 1.5+0.006 Un = **2.4 m** franco di sicurezza dai manufatti;

Nel nostro caso si ha:

$$m = 2.7 + 0.01 \cdot 21 = \mathbf{2.91m}$$

$$s = \frac{1}{2} \cdot (2 + 7.58) = \mathbf{4.8m}$$

$$d = 2.4$$

$$\mathbf{B = 2 \cdot (2.91 + 2.4 + 4.8) = 2 \cdot 10.1m}$$

Per quanto attiene alla fondazione, dati i valori in gioco, consentono di prevedere che, anche in condizioni di “sostegno d’angolo” essa rientra nella fascia di asservimento.





Tuttavia, trattandosi di un manufatto fuori terra, per l’area di impronta della fondazione sarà da prevedersi un opportuno procedimento di esproprio.

In ogni caso la fascia di asservimento prescelta garantisce il rispetto dei limiti imposti dalla normativa Nazionale ($3\mu T$).

16 FASCE DI ASSERVIMENTO LINEA INTERRATA AT

Per la determinazione della fascia d'asservimento vengono seguite le indicazioni fornite dalla "Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08" dal titolo "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche (Scheda A15)".

La linea guida indica una DPA per una posa di cavi interrati con disposizione a semplice terna disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) pari a 3,10m.

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) <u>Scheda A13</u>	22.8 mm 307.75 mm ²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm ²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) <u>Scheda A14</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) <u>Scheda A15</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA <u>Scheda A16</u>	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

Disposizione cavi interrati AT SSE APICE

17 QUANTITA' PRINCIPALI

L'esecuzione dell'impianto in oggetto comporta attività sul territorio e fornitura di materiali come da elenco preliminare seguente:

-) scavo a sezione obbligata per la esecuzione di n. 18 fondazioni: mc 1.875
-) scavo a piedini separati per la esecuzione di n. 4 fondazioni Gatto: mc 240
-) esecuzione di getto di fondazione a sostegno di n. 18 pali: mc 1.054
-) esecuzione di getto di fondazione a sostegno di n. 4 pali Gatto: mc 140
-) posa di pali conici di tipo monostelo a basso impatto ambientale n° 18
-) posa di sostegni a traliccio per amarro in sottostazione: n° 4
-) fornitura di ferro tondo per Cemento A. per la esecuzione di n. 18 fond. Kg. 55.426
-) fornitura di ferro tondo per Cemento A. per la esecuzione di n. 4 fondaz. Kg 6.800
-) fornitura di carpenteria metallica per la costruzione di 22 sostegni,
di cui n. 18 monostelo e n. 4 a traliccio kg 334.680
-) fornitura e posa di materiale costituente la parte elettrica della linea
(conduttori , fune di guardia, isolatori, morsetteria) km 4+500