

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

LINEE PRIMARIE

GENERALI

Linea primaria 150kV CP Flumeri – SSE Hirpinia

Relazione di calcolo campi magnetici

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 21/02/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. F. Rigoni

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	CL	LP0000	001	A	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	C. Piccardo	21/02/2020	V. Corsini	21/02/2020	S. Eandi	21/02/2020	Ing. S. Eandi

21/02/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 2 di 20

Indice

1	INTRODUZIONE	4
2	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE.....	4
3	LEGGI, NORME E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO	4
4	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO.....	6
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
6	CARATTERISTICHE DELLA LINEA.....	7
6.1	TRATTO IN CONDUTTORE AEREO	7
6.1.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	8
6.1.2	COORDINATE DEI CONDUTTORI DELLA CAMPATA IN ESAME	9
6.1.3	PORTATA DEI CONDUTTORI AEREI	11
6.2	TRATTO IN CAVO	13
6.2.1	COORDINATE DEI CONDUTTORI INTERRATI	14
6.2.2	PORTATA DEI CONDUTTORI INTERRATI.....	14
6.2.3	GESTIONE DEGLI SCHERMI.....	14
7	VALORI LIMITE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	15
8	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI PER LA LINEA AEREA.....	16
8.1	CRITERI DI CALCOLO	16
8.2	RISULTATI	16
8.3	FASCIA DI RISPETTO.....	17
9	CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI PER LA LINEA IN CAVO.....	18
9.1	CRITERI.....	18
9.2	RISULTATI	19
9.3	FASCIA DI RISPETTO.....	20

APPALTATORE: Consorzio Soci   	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA																	
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti   	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 16.6%;">REV.</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>MD0000 001</td> <td>A</td> <td>3 di 20</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	3 di 20
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF1N	01 E ZZ	RG	MD0000 001	A	3 di 20													
PROGETTO ESECUTIVO Titolo_3																		

Indice delle Figure

Figura 1. Indicazione del tracciato della LP CP Flumeri – SSE Hirpinia	7
Figura 2. Campata P6-P7 assunta di riferimento per il calcolo	9
Figura 3. Testa palo sostegni PA.....	10
Figura 3. Disegno schematico cavo ARE4H1H5E	13
Figura 5. Sezione di posa del cavo AT.	14
Figura 5. Linee isocampo (la più esterna a 5kV/m).	16
Figura 6. Linee isocampo della linea aerea (la più esterna a a 3μT).	17
Figura 7. Linee isocampo linea in cavo.	19
Figura 8. Linea di isocampo a 3μT della linea in cavo interrato.	20

Indice delle Tabelle

Tabella 1. Caratteristiche elettriche della linea aerea.....	8
Tabella 2. Definizione dei sostegni.	8
Tabella 3. Caratteristiche dei conduttori di fase.	11
Tabella 4. Caratteristiche del trefolo di guardia.	11
Tabella 5. Dati di ingresso per il calcolo della portata secondo CEI 11-60.	11
Tabella 6. Caratteristiche Cavo AT.....	13
Tabella 7. Coordinate del Cavo AT.	14
Tabella 8. Limiti da rispettare per il campo elettrico e l'induzione magnetica.	15

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 4 di 20

1 INTRODUZIONE

Il nuovo elettrodotto AT a 150kV, che collegherà la CP di e-distribuzione di Flumeri con la nuova sottostazione elettrica Hirpinia, nell'ambito degli interventi per la realizzazione della nuova linea ferroviaria Apice-Hirpinia, produrrà campi elettrici e magnetici lungo il suo tracciato. La presente relazione riporta i criteri di calcolo dei campi, i risultati trovati, il confronto coi limiti di legge e la determinazione delle fasce di rispetto.

2 DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE

Vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- ac o ca Corrente alternata
- AT Alta Tensione (nella fattispecie 150kV)
- CEI Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA Capitolato Speciale di Appalto
- DL Direzione dei Lavori, generale o specifica
- DpA Distanza di Prima Approssimazione
- FS Ferrovie dello Stato
- IMQ Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- LP Linea Primaria (a 150kV)
- RFI Rete Ferroviaria Italiana
- RTN Rete di Trasmissione Nazionale
- SA Servizi Ausiliari
- SSE Sottostazione Elettrica
- STF Specifica Tecnica di Fornitura
- UNEL Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3 LEGGI, NORME E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto esecutivo delle opere impiantistiche descritte nel presente documento sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Norma CEI 0-16 - "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Norma CEI EN 61936-1 - "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni";
- Norma CEI EN 50522 - "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Legge 28/06/1986, n. 339: "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne".
- Norme CEI 11-4 2011:01 - "Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aree esterne".

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 5 di 20

- D.M. n° 449 del 21/03/88: "Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne."
- Legge 5/11/1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Legge 4/2/1963, n. 58 "Limitazione degli ostacoli alla navigazione aerea".
- D.L. 30/4/92 n. 285 "Nuovo codice della strada".
- D.L. 10/9/1993 n. 360 "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della strada".
- D.P.R. 16/12/1992 n°485 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada".
- D.M. 14 Gennaio 2008. Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) (per la determinazione delle azioni sismiche)
- D.M. 16/1/1996: "Norme tecniche per l'esecuzione di opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- CNR-UNI 10011-88: Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme UNI - EN 10025.
- Norma CEI 7-6: Zincatura a caldo.
- Norma CEI 11.60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- Guida CEI 211.4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" Ed.07/1996
- 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.
- D.P.C.M. 28/09/95 "Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/92 relativamente agli elettrodotti"
- 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.
- DM 29/05/2008: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"
- Legge 22/02/2001, n. 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- Direttiva sulle "Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" 04/2004 - ICNIRP.

Si applicano inoltre le seguenti Informazioni, Specifiche e Norme Tecniche di RFI per la definizione dei materiali:

- Istruzione tecnica RFI - LP021 – ed. 11/2004 "Strutture di sostegno in acciaio zincato di amarro capolinea e sospensione per SSE alla tensione nominale di 132-150 kV - Volume Primo: Criteri generali di progettazione
- Informazione Tecnica FS - TE53 Ed. 1991: "Caratteristiche meccaniche del conduttore in alluminio - acciaio del diametro di 22,8 mm per linee AT alla tensione nominale di 132 – 150 kV".
- Informazione Tecnica FS - TE56 Ed. 1991: "Caratteristiche meccaniche del trefolo di guardia in acciaio zincato del diametro di 10,5 mm per linee AT alla tensione nominale di 66 – 132 – 150 kV".
- STF RFI – LP017 - ed. 2001: "Specifiche tecniche per la fornitura di corde in Alluminio-Acciaio (ACSR) e conduttori rigidi in alluminio per linee primarie e reparti AT di SSE alla tensione di 66, 132, 150 kV".

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 6 di 20

- STF FS - TE163 - ed. 1999: "Trefolo di guardia in acciaio a zincatura ordinaria e maggiorata e relativi dispositivi di attacco al palo e di messa a terra per linee primarie a tensione nominale 66, 132, 150 kV".
- STF RFI - LP45 - ed. 2001: "Isolatori a cappa e perno, catene rigide isolate in vetro temperato e isolatori portanti in porcellana, per linee primarie alla tensione di 66, 132, 150 kV".
- STF RFI - LP42 - ed. 2001: "Morse di ormeggio e di giunzione, manicotti di riparazione tipo a compressione, per linee primarie alla tensione di 66, 132, 150 kV".
- STF FS - TE41 - ed. 1999: "Morsetti di sospensione in corda bimetallica in alluminio-acciaio per linee primarie a tensione nominale 66, 132, 150 kV".
- STF RFI - LP43 - ed. 2001: "Accessori per linee primarie alla tensione di 66, 132 e 150 kV".
- Istruzione Tecnica FS – LP 003 Ed. Febbraio 2000: "Segnaletica per elettrodotti AT"
- Istruzione Tecnica RFI - LP018 - ed.11/2001: "Elettrodotti A.T. 132-150kV equipaggiati con sostegni a traliccio di tipo piramidale ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato".
- Istruzione Tecnica FS - LP/TE165 - ed.11/1999: Elettrodotti A.T. 132-150kV equipaggiati con sostegni monostelo in lamiera pressopiegata a sezione poligonale".
- Istruzione Tecnica FS - LP/TE165 - ed.11/1999: Elettrodotti A.T. 132-150kV equipaggiati con sostegni monostelo in lamiera pressopiegata a sezione poligonale".
- STF FS – LP001 - ed. 01/2000: "Amarri spinterometrici e relativi accessori per ormeggio in SSE di linee primarie a tensione nominale di 132 - 150 kV".
- STF FS –TE 040 - ed. 05/1990: "Istruzione per la posa degli smorzatori di vibrazione tipo Stockbridge per conduttori in alluminio-acciaio del diametro di 15.85 – 19.38 e 22.8 mm".
- STF FS – LP011 - ed. 02/2001: "Smorzatori di vibrazione tipo Stockbridge per conduttore in alluminio-acciaio del diametro di 15.85 – 19.38 e 22.8 mm".
- Raccomandazione tecnica DI / TC.TE / DMA.IM / MO LP / ETE 012 – Ed. 03/2001 "Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE"

4 ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO

- [1] IF28.0.1.E.ZZ.P6.LP.02.0.0.001.A - Linea primaria 150 kV CP Flumeri - SSE Hirpinia - Planimetria fase finale.
- IF28.0.1.E.ZZ.F6.LP.02.0.0.001.A – Linea primaria 150 kV CP Flumeri - SSE Hirpinia - Profilo longitudinale.
- IF28.0.1.E.ZZ.RO.LP.02.0.0.001.A – Linea primaria 150 kV CP Flumeri - SSE Hirpinia - Relazione elementi tecnici di impianto.
- IF28.0.1.E.ZZ.RO.LP.00.0.0.001.A – Linea primaria 150 kV CP Flumeri - SSE Hirpinia - Relazione generale di sintesi degli interventi.
- IF28.0.1.E.ZZ.W9.LP.02.0.0.001.A - Linea primaria 150 kV CP Flumeri - SSE Hirpinia - Sezioni di linea e Fasce di asservimento

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La nuova SSE "Hirpinia" sarà alimentata da un nuovo elettrodotto a 150kV (Linea Primaria – LP), a tipologia mista aereo-cavo, a singola terna proveniente dalla Cabina Primaria in AT di Flumeri, quest'ultima gestita dalla società e-distribuzione.

Tale linea avrà una estensione di circa 4500m e verrà equipaggiata con sostegni di tipo poligonale a basso impatto ambientale e con conduttore da 22.8mm (fig.1). Nel tratto iniziale della LP in uscita dalla CP Flumeri ed in un tratto

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 20

intermedio della stessa, in corrispondenza all'attraversamento dell'area di proprietà dell'Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia (INGV), viene tuttavia operata una transizione da linea aerea a linea in cavo AT.



Figura 1. Indicazione del tracciato della LP CP Flumeri – SSE Hirpinia

Pur trattandosi di una linea inserita nella RTN, è da considerarsi una linea di utente, per cui sarà di proprietà e gestione di RFI. Pertanto, gli standard adottati nella definizione della linea stessa sono quelli riportati in 3.

6 CARATTERISTICHE DELLA LINEA

6.1 TRATTO IN CONDUTTORE AEREO

L'elettrodotto attraversa un territorio a prevalente destinazione colonica-agricola del suolo, scarsamente urbanizzato e con ampie zone protette dal punto di vista archeologico. Pertanto, il percorso della linea tiene conto dei vincoli esistenti.

Partendo dalla Cabina Primaria di Flumeri in linea in cavo fino al primo sostegno P17 dove avviene la transizione in aereo, detto tracciato costeggia la zona industriale ASI, poi attraversa il fiume Ufita per posizionarsi in aree prive di nuclei abitativi, transitando per l'area di proprietà di INGV di cui si dirà al paragrafo 6.2. Si dirige quindi verso la SSE "Hirpinia", sovrappassando l'Autostrada A16 Napoli – Canosa (vedi Figura 1).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 8 di 20

Il documento □ riporta lo sviluppo altimetrico della linea aerea, da cui si rilevano le lunghezze delle campate e le minime distanze dal suolo. Il seguente calcolo dei campi elettrici e magnetici si focalizza sulla campata tra il picchetto 6 ed il 7, perché presenta la minima distanza del suolo e quindi risulta più critica sia per i campi elettrici che magnetici.

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

CARATTERISTICA	VALORE
Tipo elettrodotto	Singola terna
Tensione Nominale	150kV
Tensione massima del sistema	170kV
Numero di conduttori	3
Numero di funi di guardia	1
Disposizione dei conduttori	A triangolo
Frequenza	50Hz
Corrente / Potenza trasmissibile	455A / 118MVA

Tabella 1. Caratteristiche elettriche della linea aerea.

6.1.1 Caratteristiche geometriche

I sostegni utilizzati e le rispettive altezze fuori terra e del conduttore più basso sono di seguito elencati:

PICCHETTO	TIPO DI PALO	ALTEZZA PALO F.T. (m)	ALTEZZA COND. PIÙ BASSO (m)	CAMPATA (m)	
PG	PG12	15.2	11.7		111.18
1	PA30-3	20.5	12	294.1	246.75
2	PA30+0	23.5	15		
3	PA30+9	32.5	24	234.32	310.47
4	PN15+6	29.5	23		
5	PN15+12	35.5	27	248.2	350.6
6	PA60+12	35.85	27		
7	PA30+0	23.5	15	247.16	203.45
8	PA60+0	23.85	15		
9	PG18	21.2	17.7	381.44 (*)	166.92
10	PG15	18.2	14.7		
11	PA30+6	29.5	21	233.45	257.28
12	PN15+6	29.5	23		
13	PA60+6	29.85	21	173.87	234.11
14	PN8+6	29.5	21		
15	PN2+6	29	21	237.31	267.23
16	PA60+12	35.85	27		
17	PG18	15.2	14.7	195.3 (*)	
CP FLUMERI	-	-	-		

(*) In cavo AT

Tabella 2. Definizione dei sostegni.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 9 di 20

6.1.2 Coordinate dei conduttori della campata in esame

Come accennato in precedenza, il calcolo del campo elettrico e magnetico verrà condotto con riferimento alla campata che presenta il franco minimo da terra, nella fattispecie la campata tra P6 e P7. Per il calcolo del campo magnetico si sono comunque considerate anche le due campate precedente (P5-P6) e successiva (P7-P8).

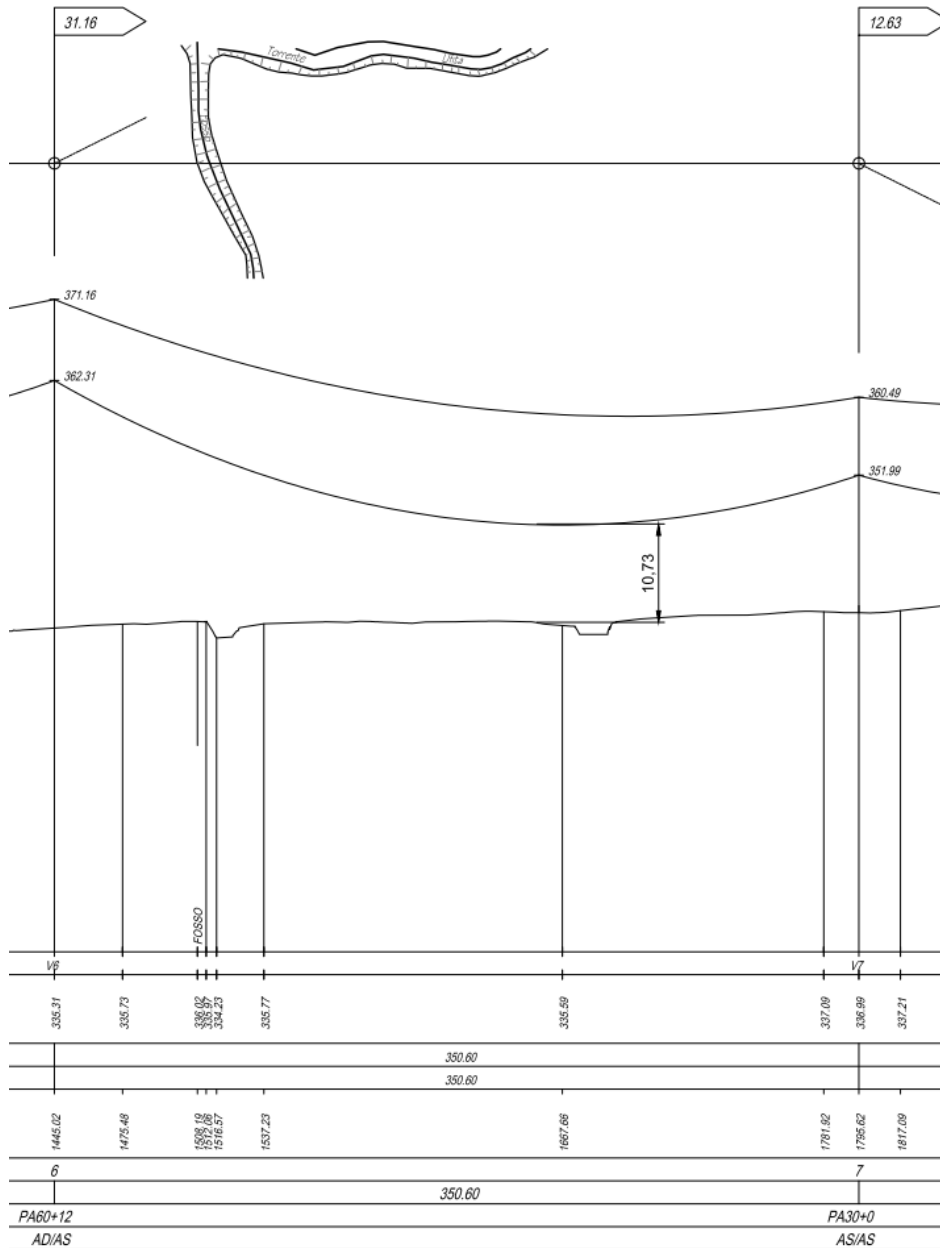


Figura 2. Campata P6-P7 assunta di riferimento per il calcolo

La Figura 3 mostra la posizione dei conduttori in corrispondenza della testa del palo dei sostegni utilizzati per questa campata.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 10 di 20
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici						

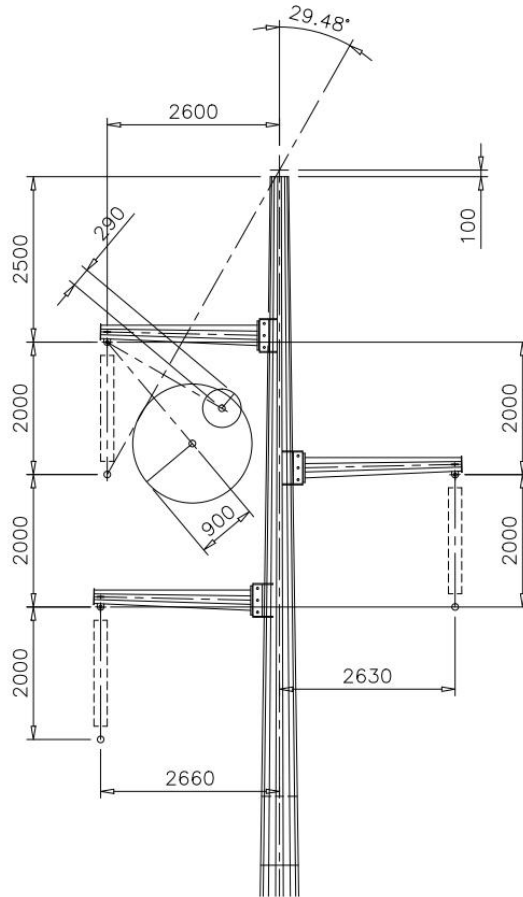


Figura 3. Testa palo sostegni PA

L'altezza dei conduttori ai due sostegni è comunque funzione dell'altezza degli stessi, nella fattispecie:

SOSTEGNO	TIPO	ALTEZZA ALLA MENSOLA PIU' BASSA (m)	Y (m) (0 a terreno)	X (m) (0 in asse sostegno)
P6	PA60+12	27	25	-2.66
			29	-2.6
			27	2.63
P7	PA30+0	15	13	-2.66
			17	-2.6
			15	2.63

I conduttori di fase sono scelti in conformità con le caratteristiche definite dalla STF RFI – LP017 e dalla Informazione Tecnica FS - TE53, ovvero:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 20

CARATTERISTICA	VALORE
Materiale	Corda bimetallica Al – Ac (ACSR) CAT. / PROG. 785/143
Diametro	22.8 mm
Formazione (n. fili x d mm)	26x3.6 Al + 7x2.80 Acc
Resistenza elettrica teorica a 20°C	0.1090 Ω/km
Sezione teorica totale St	307.7 mm ²
Sezione teorica Alluminio Sal	264.6 mm ²
Sezione teorica Acciaio Sac	43.1 mm ²

Tabella 3. Caratteristiche dei conduttori di fase.

Come trefolo di guardia viene impiegato il conduttore normalmente utilizzato per gli elettrodotti RFI, conforme alla STF FS - TE163 e alla Informazione Tecnica FS - TE56. Le caratteristiche principali sono le seguenti:

CARATTERISTICA	VALORE
Materiale	Acciaio Zincato
Zincatura	Ordinaria CAT. / PROG. 785/736
Diametro	10.5 mm
Formazione (n. fili x d mm)	19x2.10
Resistenza elettrica teorica a 20°C	2.416 Ω/km
Sezione teorica totale St	65.81 mm ²

Tabella 4. Caratteristiche del trefolo di guardia.

6.1.3 Portata dei conduttori aerei

Il calcolo della portata dei conduttori aerei è condotto in accordo alla Norma CEI 11-60, assumendo i seguenti dati di ingresso:

CARATTERISTICA	VALORE
Tensione Nominale	150kV
Zona Climatica	A
Periodo di riferimento	F
Parametro di tesatura conduttore di fase (a)	1888.36 m

Tabella 5. Dati di ingresso per il calcolo della portata secondo CEI 11-60.

I risultati del calcolo sono di seguito riportati.

La portata di corrente della linea è valutata in **554.53 A**, che rappresenta il dato di ingresso per il calcolo dei campi magnetici di seguito proposto.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 12 di 20

CALCOLO DELLA PORTATA AL LIMITE TERMICO DI LINEA ELETTRICA AEREA ESTERNA IN ACCORDO A CEI 11-60

RIFERIMENTI

- 1) CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV"
- 2) Raccomandazione tecnica DI / TC.TE / DMA.IM / MO LP / ETE 012 – Ed. 03/2001
"Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE"
- 3) Informazione Tecnica FS - TE53 Ed. 1991: "Caratteristiche meccaniche del conduttore in alluminio - acciaio del diametro di 22,8 mm per linee AT alla tensione nominale di 132 – 150 kV"

TENSIONE NOMINALE DEL SISTEMA	150	kV
ZONA CLIMATICA	A	
PERIODO	F	
DATI CONDUTTORE DI RIFERIMENTO CEI 11-60:		
Φ_0	31.5	mm
α_0	1.94E-05	1/°C
A_0	961.0152	mm ²
m_0	8	
ρ_0	0.02826	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
a_0	1750	m <i>Parametro di posa / tesatura</i>

DATI CONDUTTORE IMPIEGATO (TE53):		
Φ	22.8	mm
α	1.94E-05	1/°C
A	307.7	mm ²
A Al	264.6	mm ²
A Ac	43.1	mm ²
m	6.14	
ρ	0.02826	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
p	1.08	kg/m <i>Massa lineare</i>
p	10.59118	N/m <i>Peso proprio lineare</i>
Tesatura	2000	daN @ 15°C per campate da 100 a 300m (TE053)
a	1888.363	m <i>Parametro di posa / tesatura</i>

CORRENTI DEL CONDUTTORE DI RIFERIMENTO:

<i>TENSIONE</i>	<i>PERIODO</i>
150	C F
	620 A 870 A

EFFETTO DELLE DIMENSIONI DEL CONDUTTORE SULLA PORTATA DI CORRENTE (CEI 11-60 3.1.2)

I_R	<i>TENSIONE</i>	<i>PERIODO</i>
	150	C F
		412 A 578.57 A

PORTATA IN CORRENTE CONDUTTORI BIMETALLICI Al-Ac (CEI 11-60 3.1.3)

k_1	0.9835749
<i>TENSIONE</i>	<i>PERIODO</i>
150	C F
$I_R \times k_1$	406 A 569.06 A

PORTATA IN CORRENTE IN FUNZIONE DEL PARAMETRO DI POSA (CEI 11-60 3.3.1)

k_a	0.9649	0.9745
<i>TENSIONE</i>	<i>PERIODO</i>	
150	C F	
I	391 A	554.53 A

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 13 di 20

6.2 TRATTO IN CAVO

I tratti in cavo AT lungo il tracciato della LP sono i seguenti:

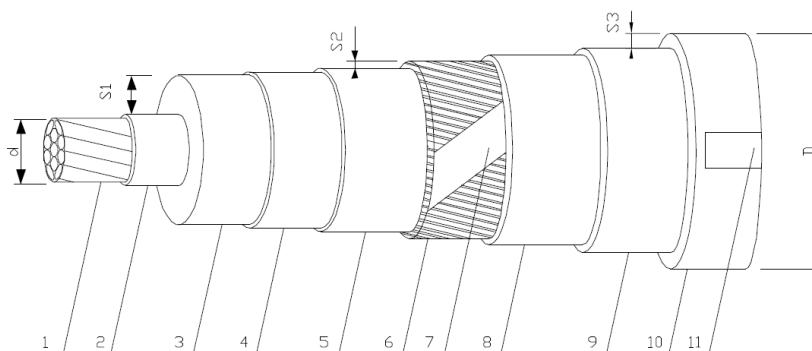
- tratto in uscita dalla CP Flumeri fino al picchetto 17, per una lunghezza di circa 200 m
- tratto ubicato a 1700 m circa dal capolinea in CP Flumeri, che si sviluppa per una lunghezza di circa 400 m su un'area di proprietà dell'Istituto Nazionale di Geologia e Vulcanologia (INGV), tra il picchetto 9, a quota 353.10 m s.l.m., ed il picchetto 10, a quota di 363.10 m s.l.m.

Le caratteristiche del cavo sono:

CARATTERISTICA	VALORE
Tipo	ARE4H1H5E 87/150kV
Formazione	3x1x630 mm ²
Sigla RFI/DTC.EE.TE 160	CA3
Materiale conduttore	Alluminio
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Diametro del conduttore	30.3 mm
Sezione del conduttore	630 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1.5 mm
Materiale isolante	XLPE
Spessore medio dell'isolante	18.5 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1.3 mm
Spessore dello schermo	2.6 mm
Materiale dello schermo	Fili di rame
Sezione dello schermo	140 mm ²
Spessore guaine esterne	6 mm
Diametro Esterno	91 mm

Tabella 6. Caratteristiche Cavo AT.

In Figura 4 è riportata una rappresentazione schematica del cavo descritto, mentre tutte le caratteristiche di dettaglio sono riscontrabili nella già citata specifica RFI.



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.

Figura 4. Disegno schematico cavo ARE4H1H5E

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 14 di 20

6.2.1 Coordinate dei conduttori interrati

La Figura 5 mostra una sezione della trincea di posa del cavo e le dimensioni della stessa, che vale per entrambe le tratte.

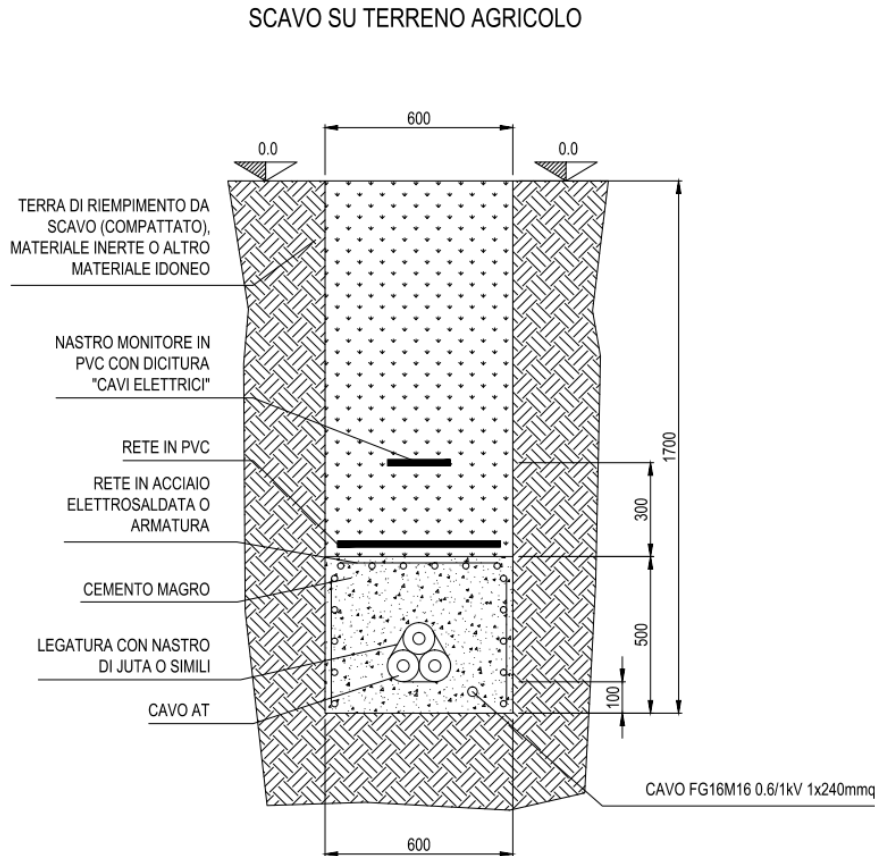


Figura 5. Sezione di posa del cavo AT.

I centri dei tre cavi si trovano alle seguenti coordinate:

	L1	L2	L3
Verticale (mm)	1554.75	1554.75	1476.375
Orizzontale (mm)	-0.04525	0.04525	0.0000

Tabella 7. Coordinate del Cavo AT.

6.2.2 Portata dei conduttori interrati

I conduttori interrati saranno interessati dalle stesse correnti che circolano nei conduttori aerei. Benché la portata propria del cavo nelle specifiche condizioni di posa sia pari a 690A, sarà considerata una corrente pari a quella calcolata per la linea aerea, ossia 554.4A.

6.2.3 Gestione degli schermi

In accordo alla Istruzione Tecnica TE160, data la lunghezza del tratto in cavo inferiore ai 500-600 m, la gestione degli schermi dei cavi sarà di tipo "Single-point bonding", ovvero con messa a terra da un solo lato del tratto

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 15 di 20

stesso. La presenza degli schermi confina il campo elettrico di ogni cavo tra il conduttore interno ed il rispettivo schermo. Pertanto non sarà calcolato il campo elettrico prodotto dal cavo.

7 VALORI LIMITE DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del DPCM 8 luglio 2003, "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", nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione:** 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione:** 10 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- **Obiettivo di qualità:** 3 μ T per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 μ T, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Per le strutture situate all'interno della fascia di rispetto, si riportano gli esiti della valutazione puntuale tridimensionale effettuata dei valori di campo di induzione magnetica per verificare il rispetto dei limiti prescritti dalla normativa in vigore.

Per quanto sopra esposto, si considerano i seguenti limiti:

Grandezza	Valore Limite
Campo Elettrico	5kV/m
Induzione Magnetica	3 μ T

Tabella 8. Limiti da rispettare per il campo elettrico e l'induzione magnetica.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 16 di 20

8 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI PER LA LINEA AEREA

8.1 CRITERI DI CALCOLO

Il calcolo dei campi elettrici e magnetici è stato effettuato per mezzo del software XGSLab, versione 9.3.1.2, nel quale viene caratterizzata la linea nello spazio, per cui si procede direttamente ad un calcolo tridimensionale.

L'analisi dettagliata del profilo altmetrico della linea ha permesso di individuare la campata caratterizzata dalla minima distanza dal suolo (P6-P7). Questa campata permette di individuare la zona in cui il valore limite del campo elettrico è più prossimo al terreno. Viceversa, la determinazione della fascia di rispetto del campo induzione magnetica, prevede la proiezione del profilo a 3 μ T sul suolo e quindi non è necessario definire una specifica campata considerando che la testa del palo è uguale per tutti i sostegni qui considerati.

Nel software si è quindi caratterizzata la campata, con il proprio parametro di posa, e si è poi condotto il calcolo in corrispondenza ad una sezione definita nel punto più basso della campata stessa. A questo si riferiscono i risultati di seguito presentati.

8.2 RISULTATI

La Figura 6 mostra le linee di isocampo del campo elettrico ed in particolare i punti caratterizzati da un campo elettrico di 5kV/m.

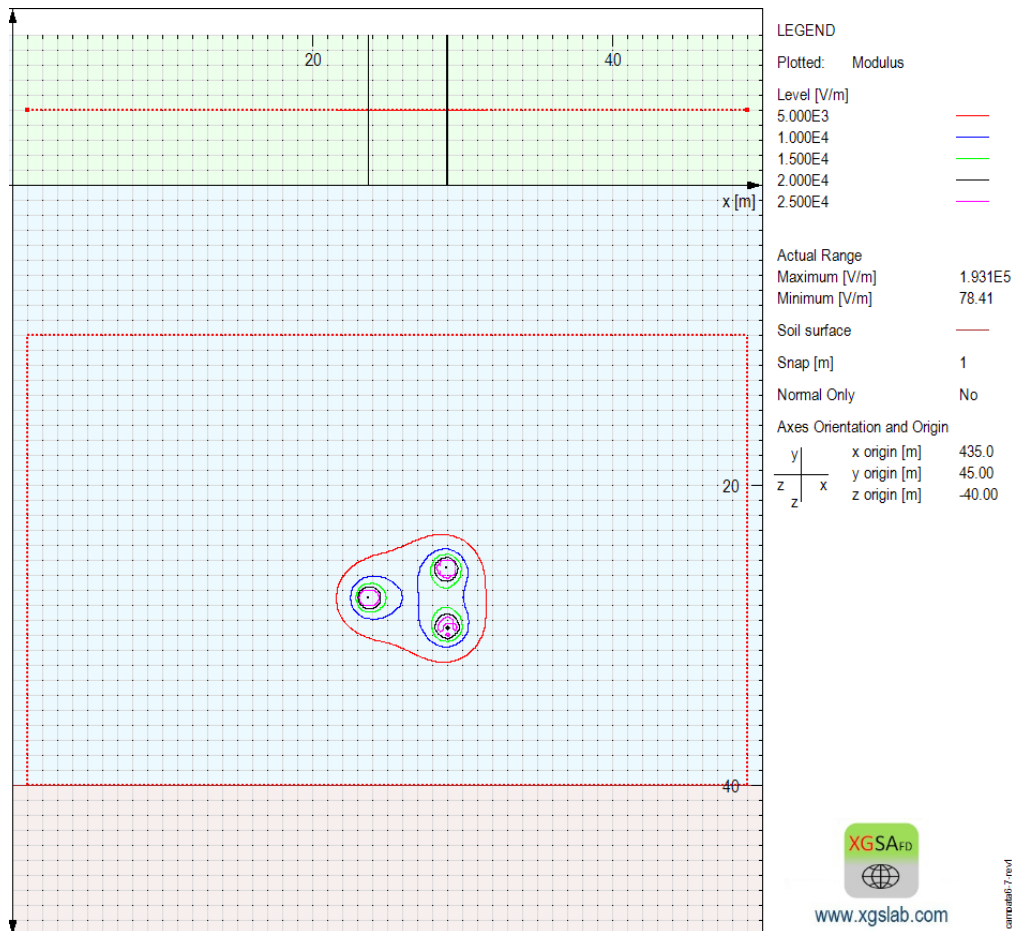


Figura 6. Linee isocampo (la più esterna a 5kV/m).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 17 di 20
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici						

Pertanto il limite di 5kV/m viene superato per altezze superiori agli 8 m, in corrispondenza del conduttore più basso.

La Figura 7 mostra come la curva di isocampo a 3 µT sia una circonferenza, con centro spostato rispetto all’asse del sostegno verso il lato in cui ci sono i due conduttori e di diametro pari a circa 32m (**DpA = 16m**).

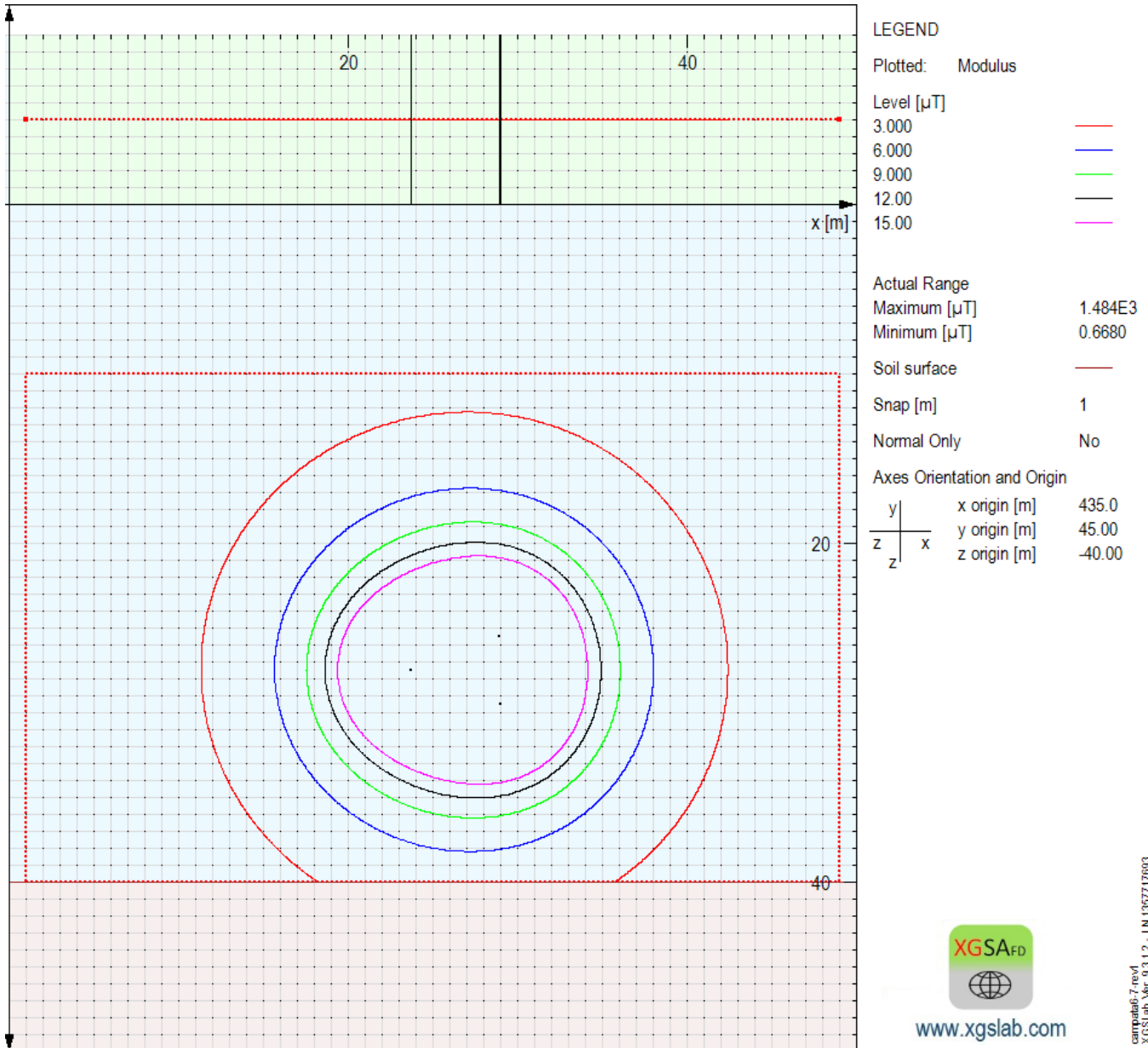


Figura 7. Linee isocampo della linea aerea (la più esterna a 3µT).

8.3 FASCIA DI RISPETTO

La Figura 7 mostra che la fascia di rispetto si estende per 16 metri ad ogni lato della linea aerea, formando un corridoio la cui larghezza è pari a 32m.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 18 di 20

Il valore della DPA, calcolato in ipotesi di “campo indisturbato”, viene poi incrementato secondo la metodologia di calcolo di cui al par. 5.1.4 dell’allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

In particolare:

- nei tratti di parallelismo sono stati calcolati gli incrementi ai valori delle semifasce calcolate come imperturbate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.1 dell’allegato al Decreto 29 Maggio 2008.
- nei cambi di direzione si sono applicate le estensioni della fascia di rispetto lungo la bisettrice all’interno ed all’esterno dell’angolo tra due campate secondo quanto previsto dal par. 5.1.4.2 dell’allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

Al completamento della realizzazione dell’opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell’allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

9 CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI PER LA LINEA IN CAVO

9.1 CRITERI

Il calcolo del campo magnetico è stato effettuato per mezzo del software XGSLab, versione 9.3.1.2.

Il calcolo 2D viene condotto in accordo alla metodologia prevista dalla CEI 211-4.

Il campo elettrico non è stato calcolato perchè confinato all’interno degli schermi dei cavi.

Poiché la linea in cavo è posata in una trincea ad una profondità costante nel tratto interessato, non è stato necessario determinare una zona particolarmente critica.

La determinazione della fascia di rispetto del campo induzione magnetica, prevede la proiezione del profilo a 3 µT sulla superficie del suolo.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LP0000 001	REV. A	FOGLIO 19 di 20
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici						

9.2 RISULTATI

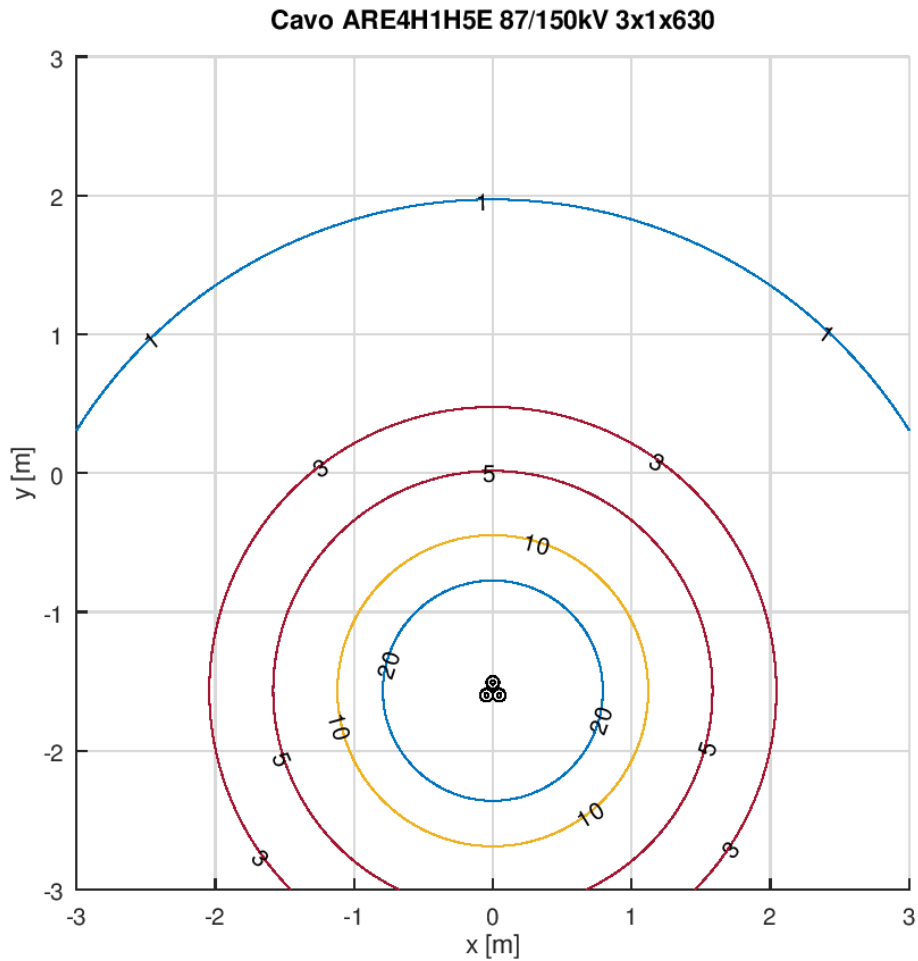


Figura 8. Linee isocampo linea in cavo.

La Figura 8 mostra come la curva isocampo a 3 μT sia una circonferenza, centrata rispetto ai conduttori e di diametro pari a 4m ($D_{pA}=2\text{m}$).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo campi magnetici	IF28	01	E ZZ CL	LP0000 001	A	20 di 20

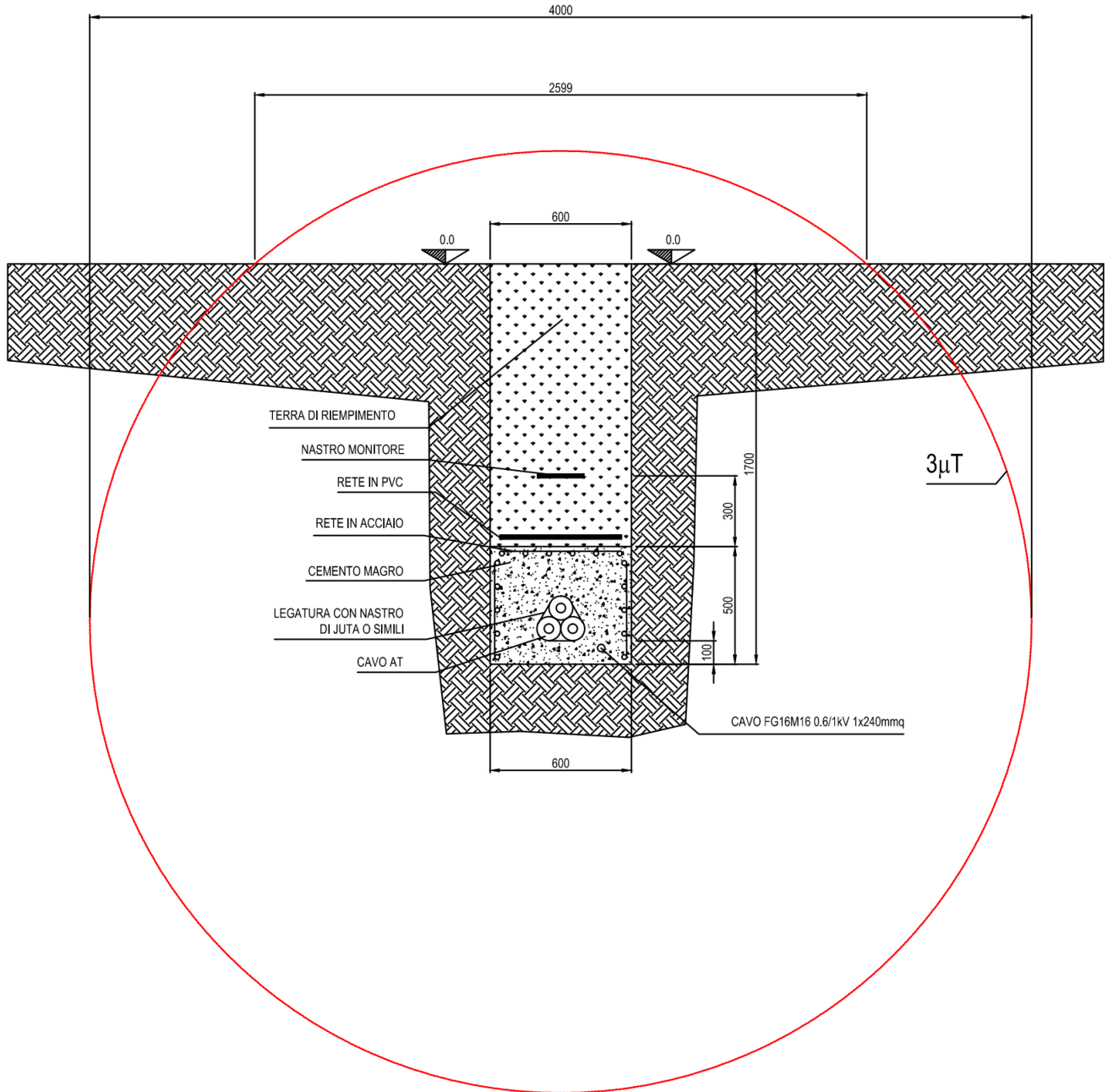


Figura 9. Linea di isocampo a $3\mu\text{T}$ della linea in cavo interrato.

9.3 FASCIA DI RISPETTO

La Figura 9 mostra che la fascia di rispetto ha una larghezza di 4 m.

In realtà il corridoio sulla superficie del terreno in cui il limite è superato ha una larghezza di 2.6m circa.

Nella fascia individuata non sono presenti recettori sensibili.