

INTERCONNESSIONE A 150 kV
"SORRENTO – VICO – AGEROLA - LETTERE"

Relazione CEM
Intervento 1
Collegamento misto aereo/cavo a 150kV
"SE Sorrento - CP Vico Equense"
Tratti "T1 – T3 – T5"

Prysmian
Group



Codifica Prysmian

Rev. n°	Data	Descrizione	Codice Prysmian	Elaborato	Verificato	Approvato
00	05/11/19	Prima emissione	IT0A310-02-0153-18	S.Chinosi	S.Chinosi	M. Mossio

Storia delle revisioni

Rev. n°	Data	Descrizione
00	05/11/19	Prima emissione

Redatto	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Approvato
PRYSMIAN			ING-PRE-APRI-CS		ING-PRE-APRI-CS

INDICE

1	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	4
3	NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO	9
4	CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	11
4.1	DATI RELATIVI AL SISTEMA ELETTRICO	11
4.2	DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI E ALL'INSTALLAZIONE	12
4.3	DATI RELATIVI ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI E ALL'INSTALLAZIONE	14
5	RISULTATI DI CALCOLO	15
6	CONCLUSIONI	18
7	GRAFICI	19
7.1	TRATTE T1 E T3	19
7.2	TRATTA T5	26
8	SCHERMATURA MEDIANTE LOOPS PASSIVI: INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE	33
8.1	POSA DEI CAVI.....	33
8.2	INTESTAZIONE.....	33
8.3	COLLEGAMENTO.....	34
8.4	INTERRAMENTO.....	35
8.5	VERIFICHE FINALI	35
9	LISTA MATERIALI	36

1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Al fine di apportare un significativo incremento alla sicurezza di alimentazione dei carichi della penisola Sorrentina, di ridurre i rischi di Energia Non Fornita (ENF), nonché per consentire un vasto piano di razionalizzazione della rete 60 kV, cui seguiranno notevoli benefici paesaggistico – ambientali, Terna ha previsto, all'interno dei Piani di Sviluppo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), la realizzazione di nuovi collegamenti a 150 kV per l'alimentazione delle CP Vico Equense e CP Agerola.

Tale nuovo collegamento si svilupperà tra la nuova SE Sorrento e la CP Lettere, ed è stato predisposto prevedendo gli opportuni raccordi entra–esce alle CP Vico Equense e Agerola, opportunamente riclassate al livello di tensione 150 kV.

Per quanto attiene lo scopo del presente progetto elettrico, l'opera nel suo complesso prevede i seguenti interventi:

- **Intervento 1:** Collegamento misto aereo/cavo a 150 kV "Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense" (opera principale)
- **Intervento 2:** Collegamento misto aereo/cavo a 150 kV "CP Vico Equense – CP Agerola – CP Lettere" (opera principale)
- **Intervento 3:** Variante a 60 kV degli elettrodotti "Castellammare – Sorrento cd Fincantieri" e "Castellammare – Sorrento cd Vico Equense" per alimentazione della CP Fincantieri (opera connessa)

Per il completamento dell'opera è previsto il riclassamento da 60 kV a 150 kV delle cabine primarie di Vico Equense e di Agerola e la realizzazione di un nuovo stallo a 150 kV nell'esistente cabina primaria a 150 kV di Lettere.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di illustrare i risultati di calcolo dello studio sull'induzione magnetica generata dai cavi del collegamento a 150 kV denominato **SE Sorrento – CP Vico Equense** (Intervento 1) e di descriverne le condizioni di funzionamento ed i componenti proposti per la realizzazione.

La realizzazione del collegamento prevede un primo tratto in cavo nel comune di Sorrento, il reimpiego del collegamento di cui al procedimento EL-222 (CP Sorrento - Sant'Agnello Palo 31) ed un tratto misto aereo/cavo verso Vico Equense.

Il collegamento ha origine presso la nuova SE di Sorrento e si sviluppa per una lunghezza geometrica di circa 7000 m ed è diviso in cinque tratti come di seguito descritto:

- **Tratto 1:** nuovo elettrodotto in cavo a 150kV ST di circa 200 m in uscita dalla Nuova SE Sorrento (attualmente in corso di realizzazione con procedimento EL-269);
- **Tratto 2:** riutilizzo del collegamento in cavo di cui al procedimento EL-222 per una lunghezza di circa 2900 m;
- **Tratto 3:** nuovo elettrodotto in cavo a 150kV della lunghezza di 4400 m tra il collegamento in cavo di cui al procedimento EL-222 presso il Ministero dello Sviluppo Economico ed un sostegno porta-terminali denominato SV01 nel comune di Piano di Sorrento;
- **Tratto 4:** nuovo tratto aereo a 150kV in ST della lunghezza circa di 1000 m che collega il sostegno porta-terminali SV01 al sostegno porta-terminali SV03 in località Arola;
- **Tratto 5:** nuovo tratto elettrodotto in cavo a 150kV in ST della lunghezza circa di 1500 m che collega il sostegno porta-terminali SV03 alla Cabina Primaria nella titolarità di ENEL Distribuzione denominata CP Vico Equense in località Arola.

La Tabella 1 riassume quanto sopra esposto.

Tabella 1

INTERCONNESSIONE 150kV "SORRENTO - VICO EQUENSE - AGEROLA - LETTERE"				
INTERVENTO	TRATTA	COMUNE	PERCORRENZA [m]	SOSTEGNI
INT1: SORRENTO-VICO	T1: CAVO 150kV ST	SORRENTO	236	0
	T2: CAVO 150kV ST	SORRENTO	910 (*)	0
		SANT'AGNELLO	2041 (*)	0
	T3: CAVO 150kV ST	SANT'AGNELLO	453	0
		PIANO DI SORRENTO	3921	0
	T4: AEREO 150kV ST	PIANO DI SORRENTO	755	2
		VICO EQUENSE	211	1
	T5: CAVO 150kV ST	VICO EQUENSE	1423	0
Subtot:			6999	3

(*) Progetto EL-222 già realizzato non rientra nel computo complessivo

Nota relativa al tratto T2 "Sorrento – Sant'Agnello"

Come sopra esposto, questo collegamento è già in opera da diversi anni ed è realizzato mediante un cavo con conduttore in alluminio avente sezione di 1600 mm², isolamento in XLPE, guaina in alluminio saldato

e guaina esterna in polietilene grafitato, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV a tabella tecnica n° HVSYS14-IT-005-TDS-1-0.

Esso si compone di otto (8) pezzature per fase, come indicato nello schema unifilare n° **950.8.1740**.

Dal punto di vista elettrico, gli schermi metallici della prima e dell'ultima pezzatura sono mantenuti isolati ad un estremo (single point bonding), mentre le sei pezzature centrali hanno gli schermi metallici collegati mediante trasposizione incrociata (cross bonding) a costituire due sezioni complete.

Il collegamento sarà intercettato nella tratta 1-2 in prossimità del giunto 1 presso la nuova SE di Sorrento e collegato ad essa mediante una nuova pezzatura di cavo, anch'essa con schermi isolati ad un estremo, abbandonando quindi la prima pezzatura del collegamento esistente.

All'estremo opposto, il collegamento sarà intercettato nella tratta 6-7 in prossimità del giunto 7, abbandonando anche in questo caso l'ultima pezzatura del cavo esistente collegata in single point bonding.

A modifiche ultimate, il collegamento esistente sarà dunque privato delle due pezzature alle estremità, mantenendo le sei pezzature centrali con collegamento mediante trasposizione incrociata.

Il cavo previsto per i nuovi tratti da realizzare è del tipo ARE4H5E con conduttore in alluminio avente sezione di 1600 mm², isolamento in XLPE, guaina di alluminio saldato e guaina esterna in polietilene grafitato, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U = 87/150$ kV.

Le nuove tratte **T1** e **T3** sono costituite da un singolo circuito e per la posa dei cavi si prevedono otto tipologie di installazione come di seguito specificato e meglio descritte al paragrafo 4.2 del presente documento:

- a) Posa in tubiera a trifoglio su strada (tratte T1 e T3);
- b) Trivellazione orizzontale controllata (tratte T1 e T3);
- c) Posa staffata rigidamente a trifoglio in cunicolo (tratta T1);
- d) Posa a trifoglio allargato su strada (Tratto T3);
- e) Posa in tubiera a trifoglio in terreno (tratta T3);
- f) Posa a trifoglio allargato in terreno (Tratto T3);
- g) Posa in tubiera schermata a trifoglio su strada (tratta T3);
- h) Posa in aria presso le terminazioni.

Per la posa dei cavi del tratto **T5** si prevedono cinque tipologie principali di installazione (alcuna delle quali in doppio circuito) come di seguito specificato e meglio descritte al paragrafo 4.3 del presente documento, applicabili nel caso di uno o due circuiti:

- a) Posa a trifoglio chiuso su strada asfaltata;
- b) Posa in tubiera a trifoglio chiuso;
- c) Posa in tubiera schermata a trifoglio chiuso;
- d) Posa in tubiera in piano a contatto;
- e) Cavi in aria presso le terminazioni
- f)

In corrispondenza della SE di Sorrento, i cavi saranno attestati a terminali per entrata in blindato, mentre presso la CP di Vico Equense i cavi saranno attestati a terminali per esterno di tipo antideflagrante.

La Figura 1 rappresenta i tratti T1 (blu), T2 (rosso) e T3 (blu), partendo dalla SE Sorrento.

In corrispondenza di entrambe le estremità (CP Vico Equense e sostegno di transizione), i cavi saranno attestati a terminali per esterno di tipo antideflagrante.

La figura 2 mostra i due tratti di circuito, di cui quello di colore blu è quello oggetto del presente rapporto.

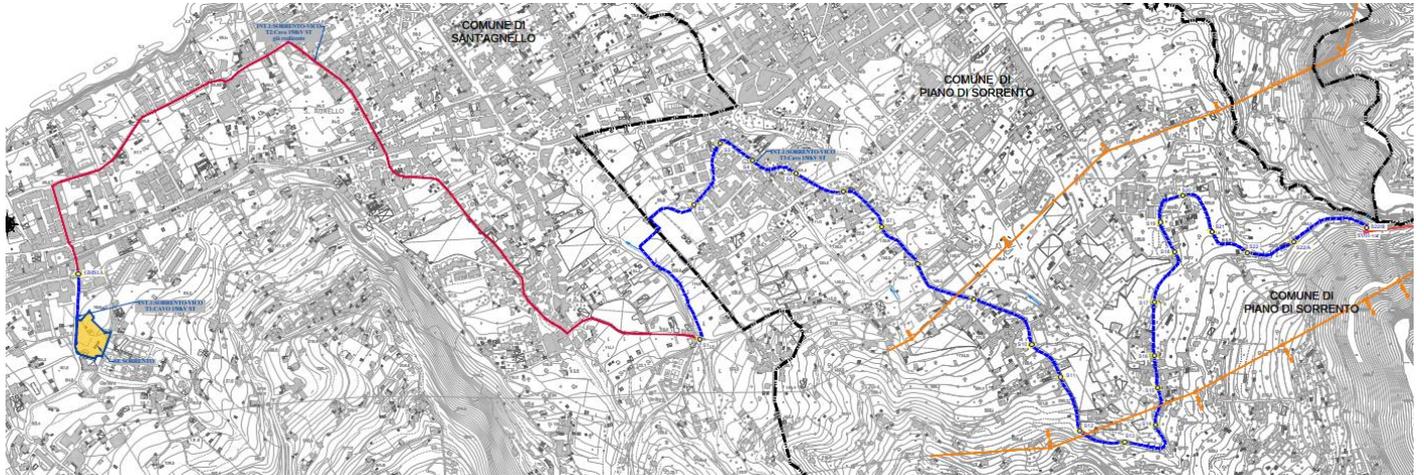


Figura 1

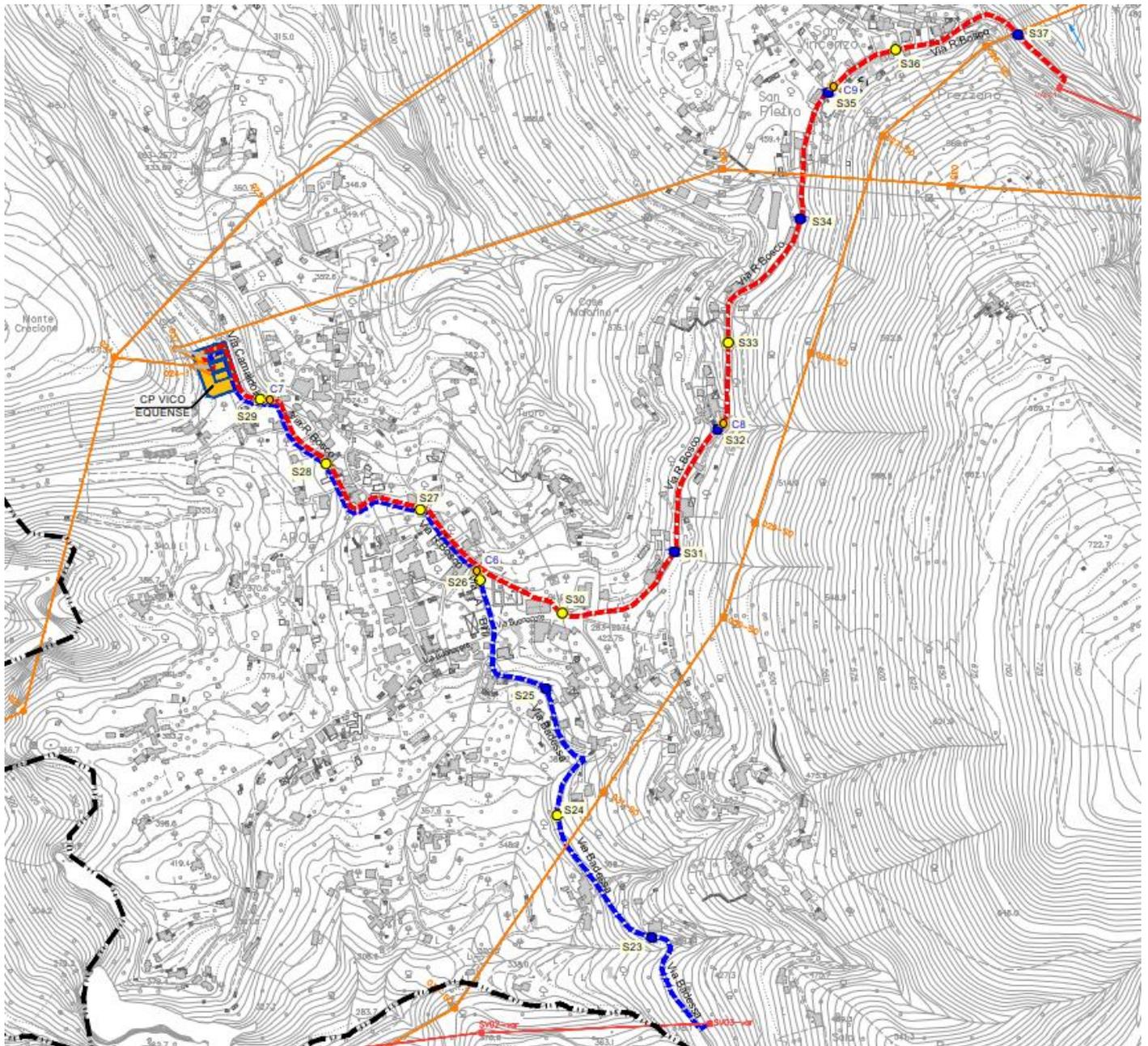


Figura 2

Il collegamento elettrico degli schermi metallici dei cavi sarà come indicato in Tabella 2.

Tabella 2

Tratta	Tipo di collegamento elettrico delle guaine metalliche
T1	Isolate (SPB)
T2	Trasposte (esistente) – (XB)
T3	Trasposte (XB)
T5	Trasposte (XB)

SPB = Single Point Bonding
XB = Cross Bonding

Lungo il circuito sarà installato un cavo ottico dielettrico equipaggiato con n° 48 fibre ottiche monomodali, installato in tritubo e due tubazioni aggiuntive per ogni circuito contenenti il cavo BT ed il cavo ottico, necessari per l'alimentazione e la trasmissione dei segnali dei sistemi di monitoraggio e di diagnostica dei circuiti in grado di rilevare le seguenti grandezze:

- Scariche parziali;
- Correnti circolanti nei conduttori;
- Correnti circolanti nelle guaine metalliche;
- Corrente di terra;
- Temperatura distribuita;
- Sistema acustico;

La descrizione dettagliata del sistema integrato di cui sopra è descritta nel documento allegato dal titolo "**SVAL_ST Sistema di Monitoraggio_20200717_v00**".

La proposta prevede che i tratti di discontinuità ottica nel collegamento dei cavi AT terrestri, siano congiunti dai tratti di fibra ottica contenuti nella fune di guardia dei tratti di collegamento aereo. E' pertanto necessario che siano rese disponibili un numero adeguato di fibre ottiche nelle funi di guardia per coprire il fabbisogno dei sistemi di monitoraggio e diagnostica dell'intero sistema.

Il numero e la tipologia delle fibre ottiche sono indicati nello schema di principio n° **950.8.SVAL04-R01**.

Qualora vi fossero problemi nel rendere disponibile il numero di fibre ottiche richieste, si potrebbe ricorrere al collegamento in serie delle fibre. In questo modo sarebbero sufficienti solo due fibre ottiche, ma bisogna considerare il fatto che in caso di rottura di una fibra, si perderebbe l'intero sistema di trasmissione.

Allo stesso modo, si prevede che vi sia disponibilità nei tubi del tritubo installato nel collegamento esistente "Sorrento-Palo 31A" al fine di ospitare i cavi BT ed ottico per il sistema di monitoraggio e diagnostica.

Il progetto elettrico è riportato nel documento n° **RVFR15007C1632024** dal titolo "**Progetto Elettrico Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense**".

3 NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO

Scopo di questo paragrafo è quello di indicare le normative di riferimento utilizzate per definire la fascia di rispetto e la distanza di prima approssimazione per il collegamento in oggetto.

La legge n°36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi.

La presente legge ha per oggetto gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti per radiodiffusione.

A tal proposito, l'articolo 3 definisce:

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- l'obiettivo di qualità come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Il DPCM 8 luglio 2003 recepisce le indicazioni contenute nella legge 36/2001 e fissa i limiti di esposizione, di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati dagli elettrodotti.

Nello specifico viene fissato a 100 μT il limite di esposizione per l'induzione magnetica, mentre viene fissato a 10 μT (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni normali di esercizio) il valore di attenzione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore giornaliere.

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza delle suddette aree, viene fissato a 3 μT l'obiettivo di qualità per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Le norma CEI 211-6 indica le tecniche di misurazione da adottare per la misura dei campi magnetici, mentre il decreto 29 Maggio 2008 indica "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

A tal proposito la fascia di rispetto dei 3 μT e la distanza di prima approssimazione indicate in questo documento sono state calcolate in accordo alla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche".

	Relazione CEM Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense	Codifica RVFR15007C1632025	
		Rev. N° 00 del 05/11/2019	Pag. 10 di 36

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, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

4 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

La progettazione del collegamento è stata eseguita in accordo ai parametri sotto indicati.
I valori in grassetto sono stati assunti da Prysmian.

4.1 Dati relativi al sistema elettrico

Tabella 3

Tensione concatenata nominale del sistema (U)	kV	150
Tensione di fase nominale del sistema (U_0)	kV	87
Tensione massima del sistema (U_m)	kV	170
Tensione di isolamento ad impulso atmosferico (B.I.L.)	kV	750
Tensione di isolamento ad impulso di manovra (S.I.L.)	kV	N/A
Frequenza	Hz	50
Corrente nominale di riferimento	A	800
Corrente di corto circuito monofase	kA	31.5
Durata del corto circuito	s	0.5
Condizioni del punto neutro del sistema	Efficacemente a terra	

4.2 Dati relativi alle condizioni ambientali e all'installazione

Si riportano di seguito i parametri relativi alle condizioni ambientali e di installazione dei cavi nei tratti T1 e T3, necessari per le verifiche termiche.

Tabella 4

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θa	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
1	Posa direttamente interrata in terreno (modalità B2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.2	25	1.6	1	0.200	-
2	Posa direttamente interrata su strada (modalità B2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.2	25	1.5	1	0.200	-
3	Posa in tubiera su strada (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	25	1.5 2.5	1	0.200	-
4	Posa in tubiera in terreno (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	25	1.6	2	0.200	0.7
5	Posa in tubiera schermata su strada (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica. Schermatura mediante 6 quadrifogli di loops passivi.	1.2	28	1.5	2	0.200	0.7
6	T.O.C. (modalità G) Cavi installati in tubazioni in HDPE tipo PN10 aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione ad "L". Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.0	20 19.5 19 18	4.2 5.2 5.7 8.2	1	0.200	-

Tabella 4

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θ_a	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
7	Posa in cunicolo Cavi staffati rigidamente installati su mensole con disposizione a trifoglio chiuso in cunicolo all'interno della S.E. di Sorrento. Dimensioni cunicolo LxH = 0.9x1.5 m	-	40	-	1	De	-
8	Cavi in aria presso le terminazioni Cavi installati su sostegni porta terminali Cavi parzialmente esposti a radiazione solare diretta.	-	40	-	1	>De	-

- A = spaziatura assiale tra le fasi dello stesso circuito
- S = spaziatura assiale tra i circuiti
- P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi
- ρ_t = resistività termica media radiale
- De = diametro esterno cavo

4.3 Dati relativi alle condizioni ambientali e all'installazione

Si riportano di seguito i parametri relativi alle condizioni ambientali e di installazione dei cavi del tratto T5, necessari per le verifiche termiche.

Tabella 5

ID	Tipologia di installazione	Pt	Θa	P	N °	A	S
		[°K·m/W]	[°C]	[m]	circuiti	[m]	[m]
1	Posa su strada asfaltata (UX LK401, allegato B1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	1.2	25	1.5	1	a contatto	-
2	Posa in tubiera (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	25	1.5	1	0.20	-
3	Posa in tubiera (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	25	1.75	2	0.20	0.70
4	Posa in tubiera schermata con loops passivi (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.2	27	1.75	2	0.20	0.70
5	Cavi in aria presso le terminazioni Cavi installati su sostegni porta terminali Cavi parzialmente esposti a radiazione solare diretta.	-	40	-	1	>De	-
6	Cavi in aria su trave autoportante Cavi installati in tubazioni in aria su trave autoportante, protetti da scatolare perforato in acciaio.	-	40	-	1	0.20	-

A = spaziatura assiale tra le fasi dello stesso circuito

S = spaziatura assiale tra i circuiti

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi

ρ_t = resistività termica media radiale

5 RISULTATI DI CALCOLO

I risultati di calcolo sono riassunti nella tabella e nei grafici seguenti.

Tabella 6
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Tratte T1 e T3

ID	Tipologia di installazione	P [m]	A [m]	B [μT]	X [m]
1	Posa direttamente interrata in terreno (modalità B2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.6	0.200	6.4	-2.65/+2.65
2	Posa direttamente interrata su strada (modalità B2) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio allargato.	1.5	0.200	6.9	-2.75/+2.75
3a	Posa in tubiera su strada (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.5	0.200	7.0	-2.8/+2.8
3b		2.5		3.5	-1.3/+1.3
4	Posa in tubiera in terreno (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	1.6	0.200	6.4	-2.7/+2.7
5	Posa in tubiera schermata su strada (modalità C1 modificata) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione a trifoglio chiuso. Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica. Schermatura mediante 6 quadrifogli di loops passivi.	1.5	0.200	2.8	-
6a	T.O.C. (modalità G) Cavi installati in tubazioni in HDPE tipo PN10 aventi D _i /D _e = 176.2/200 mm con disposizione ad "L". Spazio tra cavo e tubo riempito con miscela bentonitica.	4.2	0.200	1.77	-
6b		5.2		1.23	-
6c		5.7		1.05	-
6d		8.2		0.55	-
7	Posa in cunicolo Cavi staffati rigidamente installati su mensole con disposizione a trifoglio chiuso in cunicolo all'interno della S.E. di Sorrento. Dimensioni cunicolo LxH = 0.9x1.5 m	1.5	De	3.45	-1.0/+1.0
8	Buca giunti	1.5	0.6	25.4	-7.1/+7.1
10	Buca giunti schermata	1.5	0.6	4.7	-2.3/+2.3

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi e al centro dei giunti

A = Spaziatura assiale tra le fasi

D = distanza assiale tra i circuiti

B = Picco dell'induzione magnetica

X = Fascia di rispetto per induzione magnetica di 3 μT, riferita all'asse del circuito

De = diametro esterno cavo

Nel caso di parallelismo dei due circuiti, i calcoli considerano il verso delle correnti dei due circuiti, **concordi**. La disposizione delle fasi è **RST-RST**.

Tabella 7
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Disposizione fasi: RST-RST

ID	Tipologia di installazione	P	A/D	B	X
		[m]	[m]	[μ T]	[m]
1	Posa su strada asfaltata (1 circuito) (UX LK401, allegato B1) Cavi direttamente interrati con disposizione a trifoglio chiuso.	1.5	Contatto	3.45	-1.0/+1.0
2	Posa in tubiera (1 circuito) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.5	0.20	7.0	-2.8/+2.8
3	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	10.8	-4.4/+4.4
4	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	4.3	-2.0/+2.0
5	Buca giunti singolo circuito	1.5	0.6	25.4	-7.1/+7.1
6	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	26.4	-8.5/+7.2
7	Buca giunti schermata singolo circuito	1.5	0.6	4.7	-2.3/+2.3

P = Profondità di posa riferita al piano di appoggio dei cavi o dei tubi e al centro dei giunti
A = Spaziatura assiale tra le fasi
D = distanza assiale tra i circuiti
B = Picco dell'induzione magnetica
X = Fascia di rispetto per induzione magnetica di 3 μ T, riferita all'asse del circuito

Al fine di ottimizzare i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM, è stata anche considerata, nei tratti di parallelismo dei due circuiti, la disposizione delle fasi è **RST-TRS**, sempre con verso delle correnti **concordi**.

Tabella 8
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Due circuiti attivi
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P [m]	A/D [m]	B [μT]	X [m]
3a	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	3	-
4a	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	2.9	-
6a	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	22.5	-7.8/+5.5

Sono stati infine calcolati i valori di induzione magnetica e di conseguenza le fasce CEM nei tratti di parallelismo dei due circuiti, nella condizione in cui uno solo dei due circuiti sia attivo e l'altro scarico.

Tabella 9
Induzione magnetica riferita a 1 m dal suolo per corrente nominale di 800 A
Un solo circuito attivo
Disposizione fasi: RST-TRS

ID	Tipologia di installazione	P [m]	A/D [m]	B [μT]	X [m]
3b	Posa in tubiera (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	5.7	-2.9/+2.2
4b	Posa in tubiera schermata con loops passivi (2 circuiti) (UX LK401, allegato C1 modificato) Cavi installati in tubazioni in HDPE aventi $D_i/D_e=176.2/200$ mm con disposizione a trifoglio chiuso	1.75	0.20/0.70	2.5	-
6b	Buca giunti affiancata al secondo circuito	1.5	0.6/2.0	25.4	-8.1/+6.1

 <small>T E R N A G R O U P</small>	Relazione CEM Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense	Codifica RVFR15007C1632025	
		Rev. N° 00 del 05/11/2019	Pag. 18 di 36

6 CONCLUSIONI

I risultati di calcolo mostrano che, **pur considerando versi delle correnti concordi, disponendo opportunamente le fasi, è possibile garantire il rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T** nel tratto di parallelismo dei due circuiti senza ricorrere alla schermatura dei cavi.

La condizione peggiore per il tratto di parallelismo è rappresentata dalla condizione di funzionamento con un solo circuito attivo.

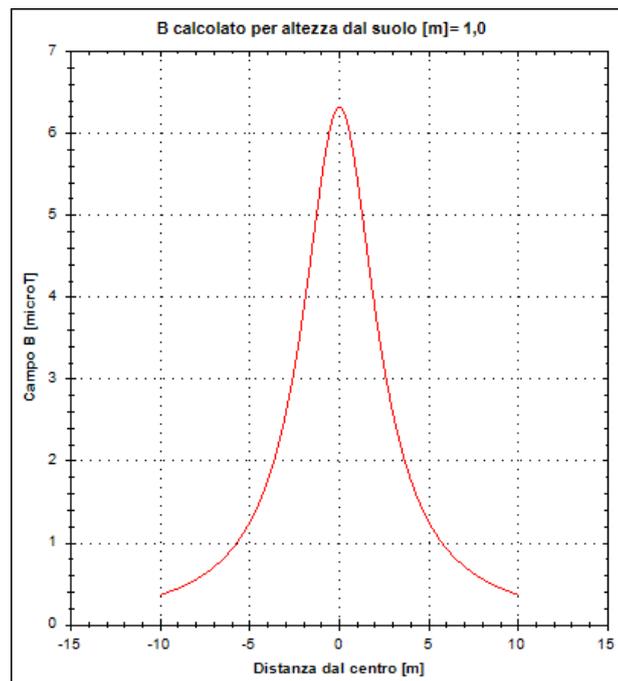
In tale circostanza, occorre ricorrere alla schermatura della trincea con loops passivi.

7 GRAFICI

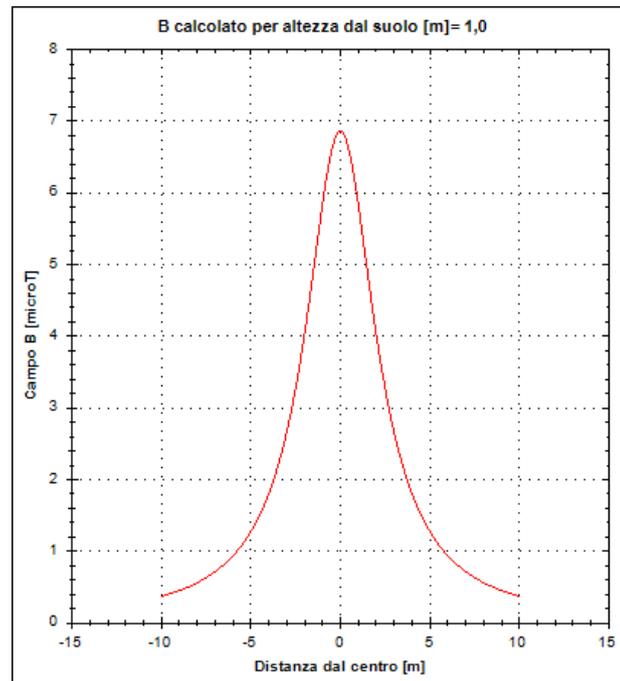
Lo schema unifilare del collegamento è rappresentato nel disegno n° **950.8.SVAL01**.

Si riportano di seguito i grafici della distribuzione dell'induzione magnetica ad 1 m dal suolo riferita all'asse del circuito in cavi AT.

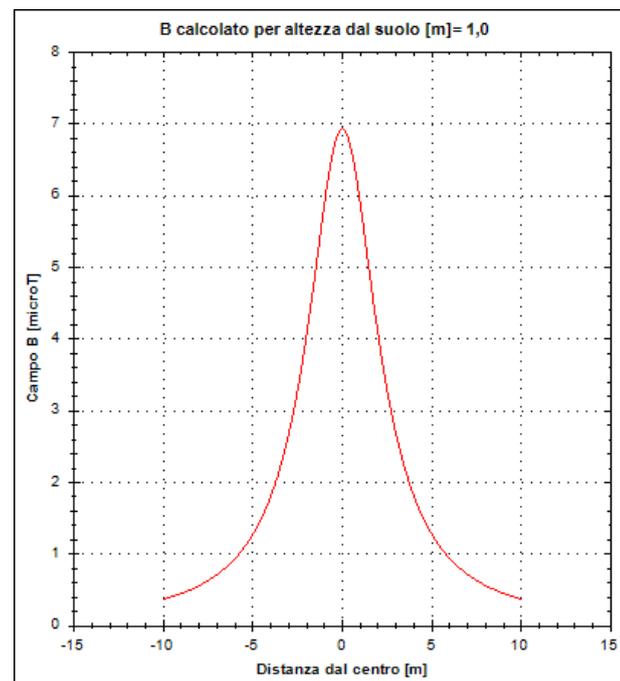
7.1 Tratte T1 e T3



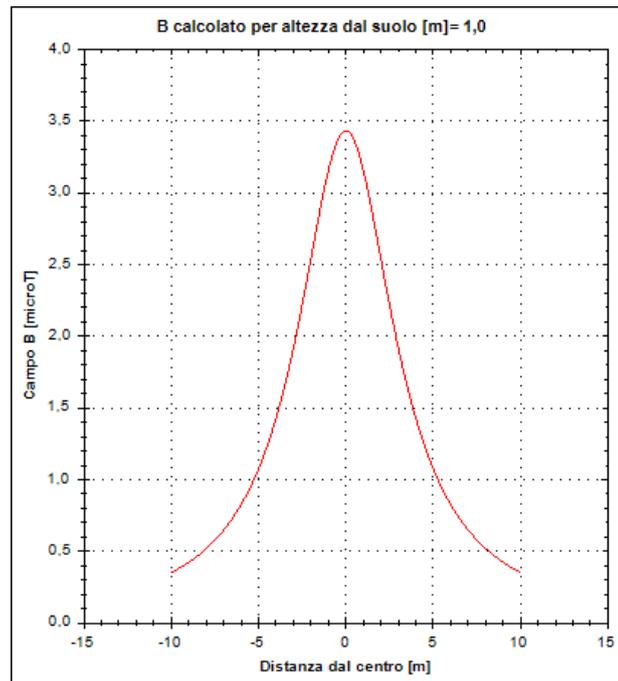
ID 1 – Posa a trifoglio aperto in terreno (profondità 1.6 m)



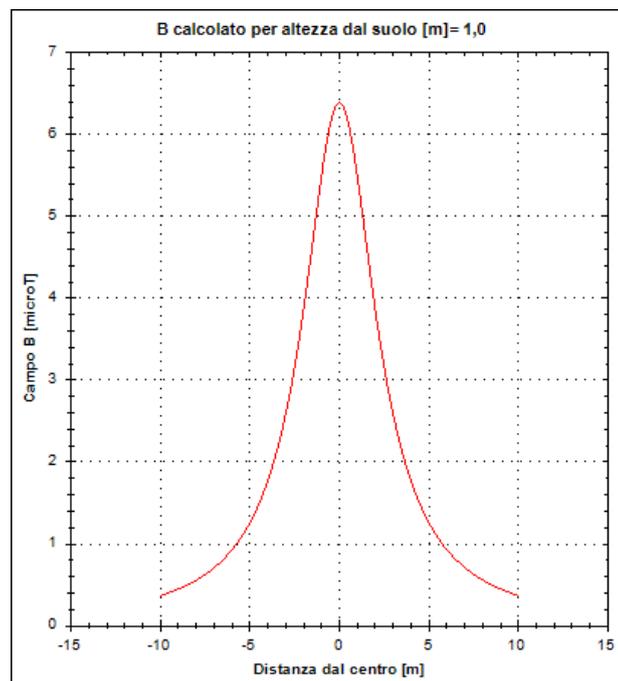
ID 2 – Posa a trifoglio aperto su strada (profondità 1.5 m)



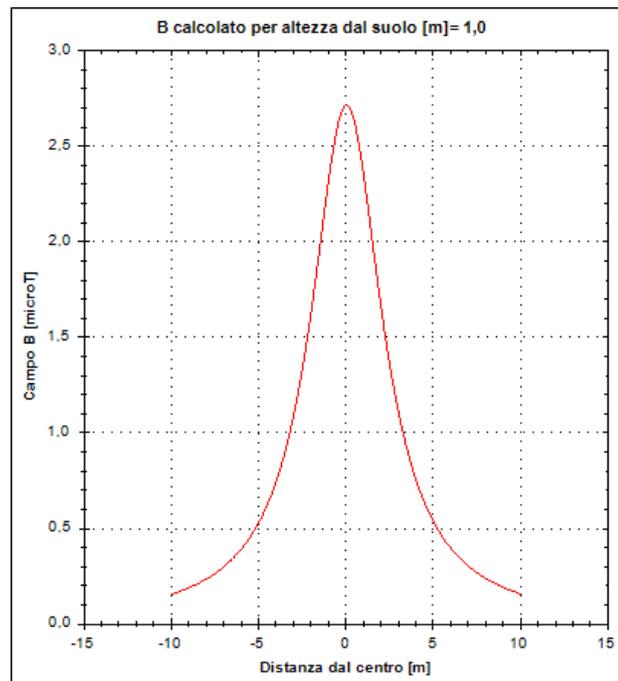
ID 3a – Posa in tubiera a trifoglio su strada (profondità 1.5 m)



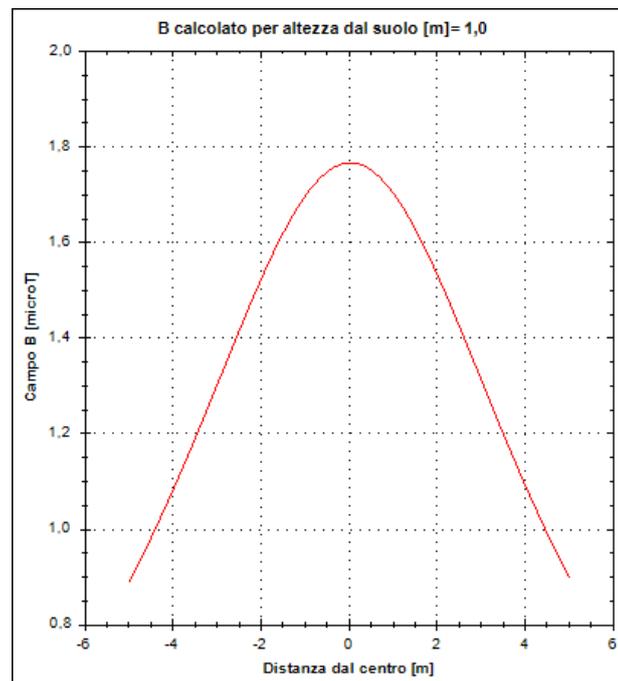
ID 3b – Posa in tubiera a trifoglio su strada (profondità 2.5 m)



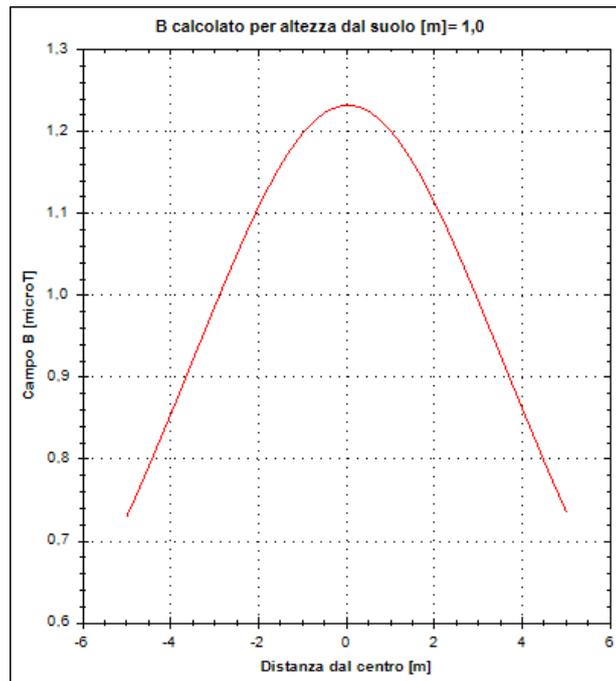
ID 4 – Posa in tubiera a trifoglio in terreno (profondità 1.6 m)



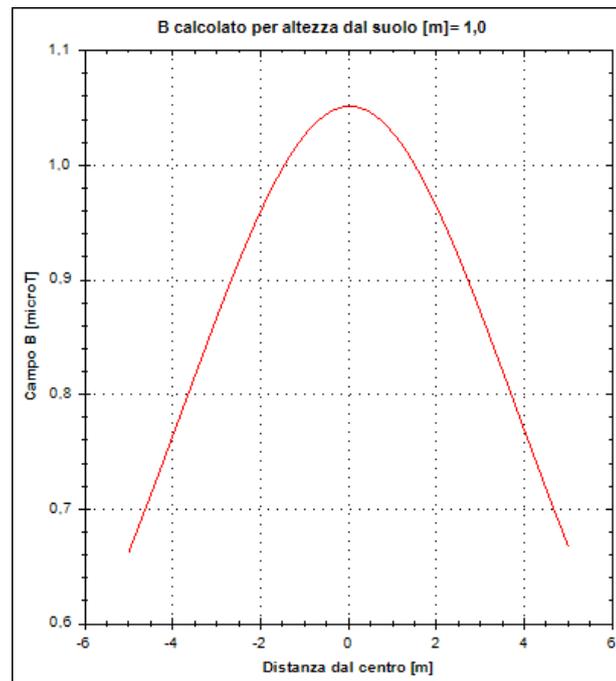
ID 5 – Posa in tubiera a trifoglio schermata su strada (profondità 1.5 m)



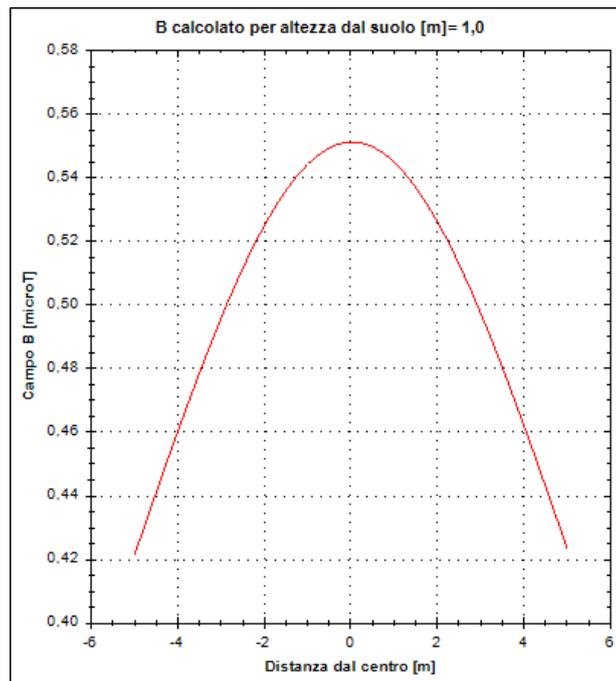
ID 6a – Posa in teleguidata (profondità 4.5 m)



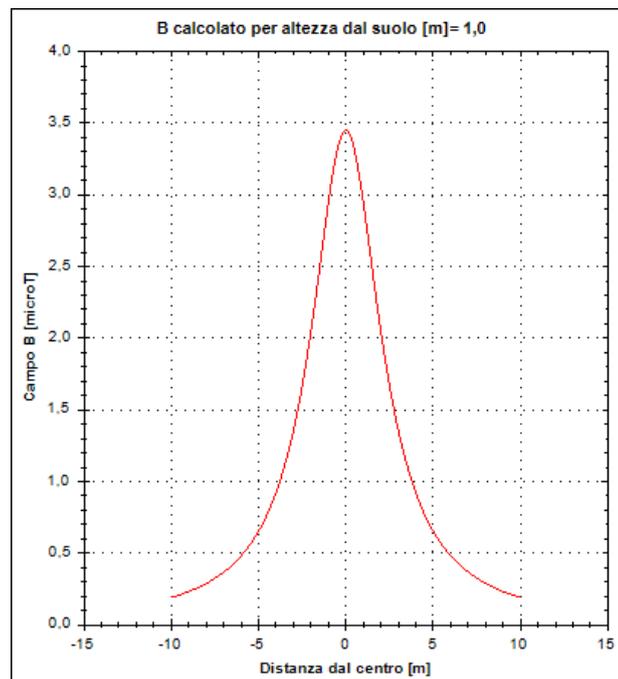
ID 6b – Posa in teleguidata (profondità 5.2 m)



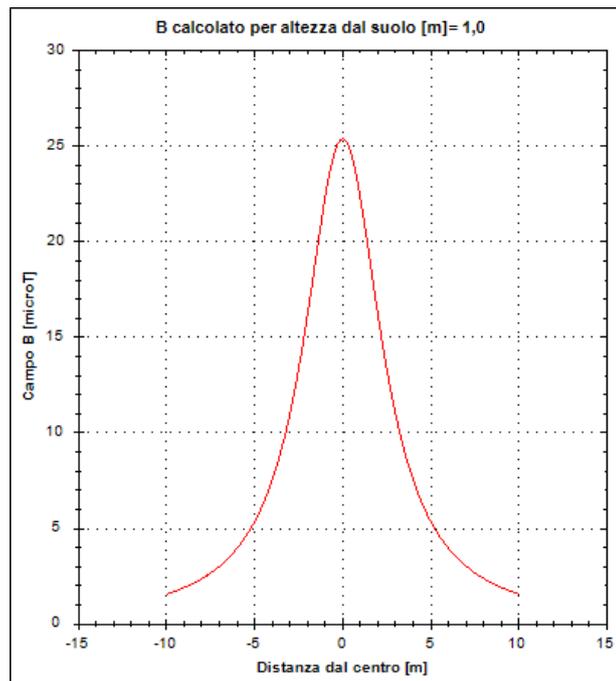
ID 6c – Posa in teleguidata (profondità 5.7 m)



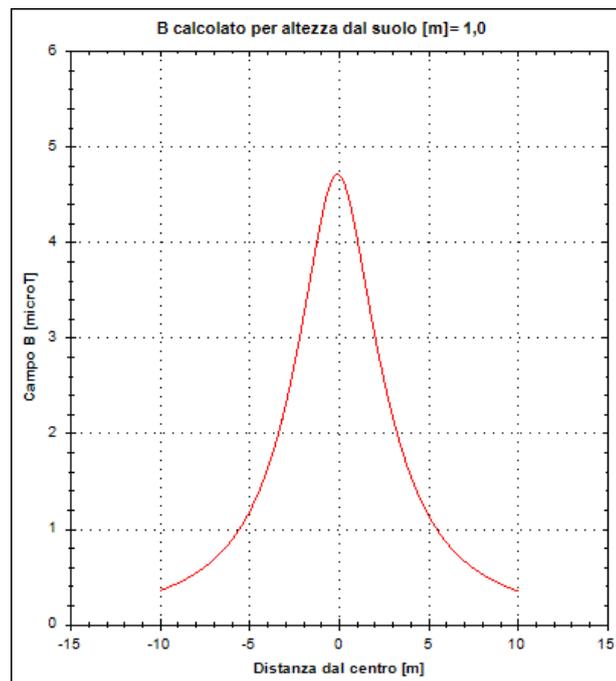
ID 6d – Posa in teleguidata (profondità 6.0 m)



ID 7 – Posa a trifoglio chiuso in cunicolo (profondità 1.5 m)

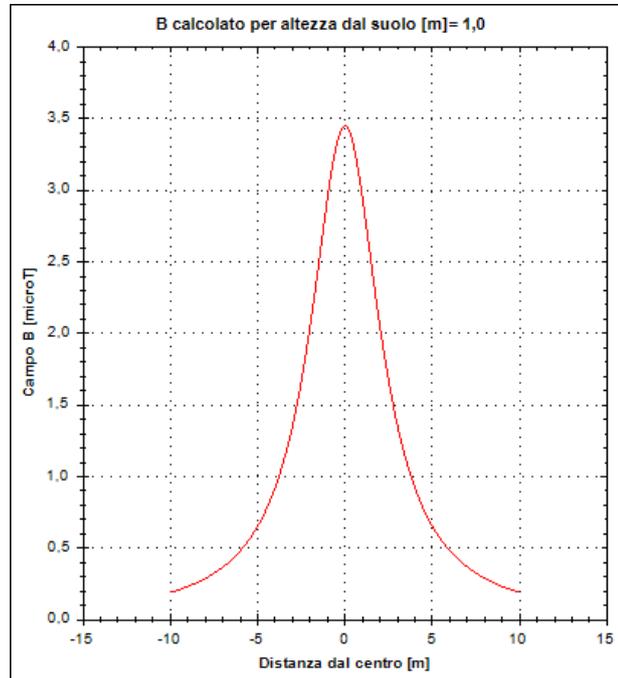


ID 8 – Buca giunti (profondità 1.5 m, spaziatura 0.6 m)

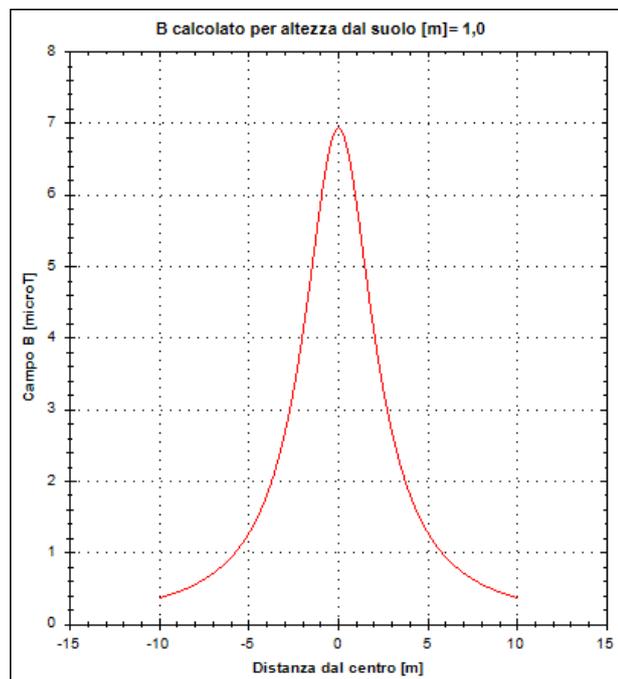


ID 9 – Buca giunti schermata (profondità 1.5 m, spaziatura 0.6 m)

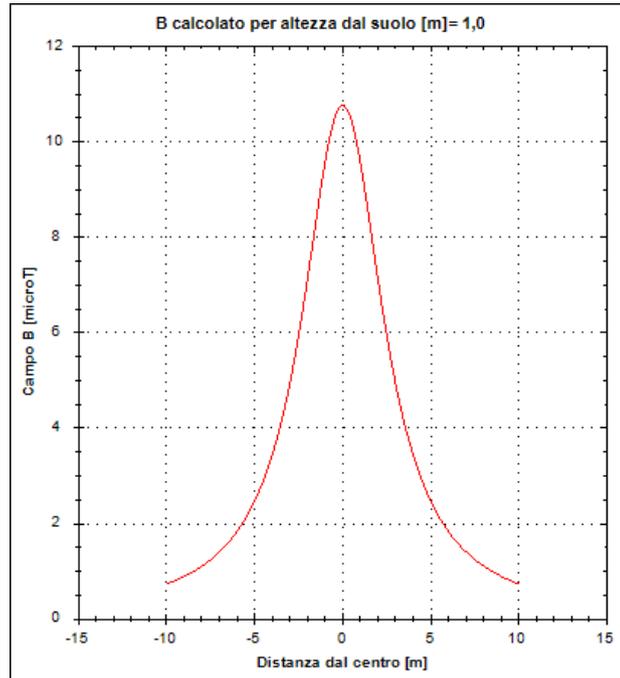
7.2 Tratta T5



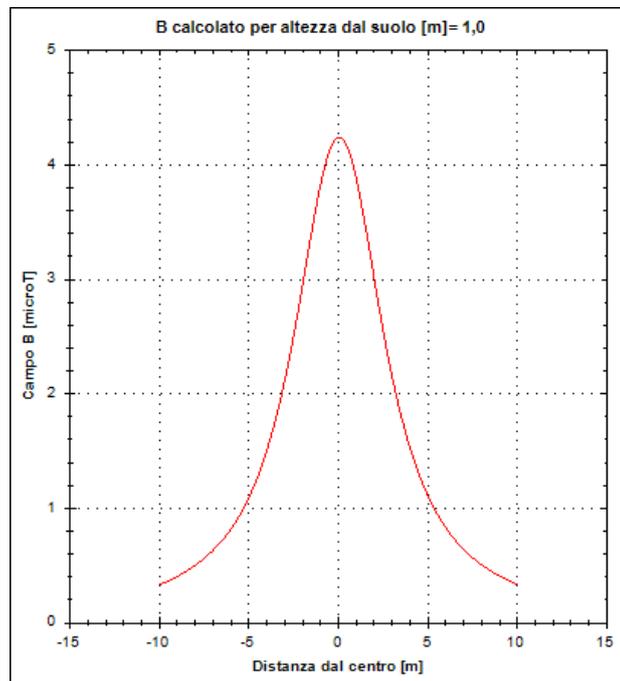
ID 1 - Posa direttamente interrata a trifoglio chiuso su strada asfaltata (profondità 1.5 m)



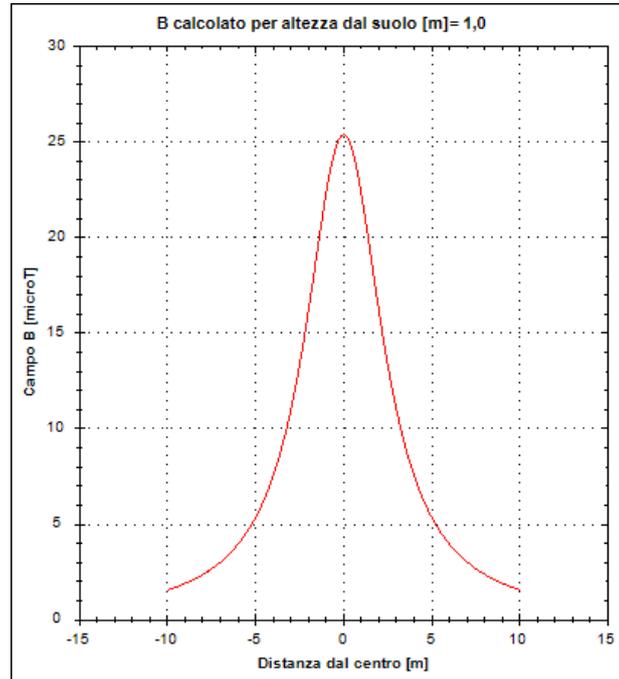
ID 2 - Posa in tubiera a trifoglio, su strada asfaltata (profondità 1.5 m)



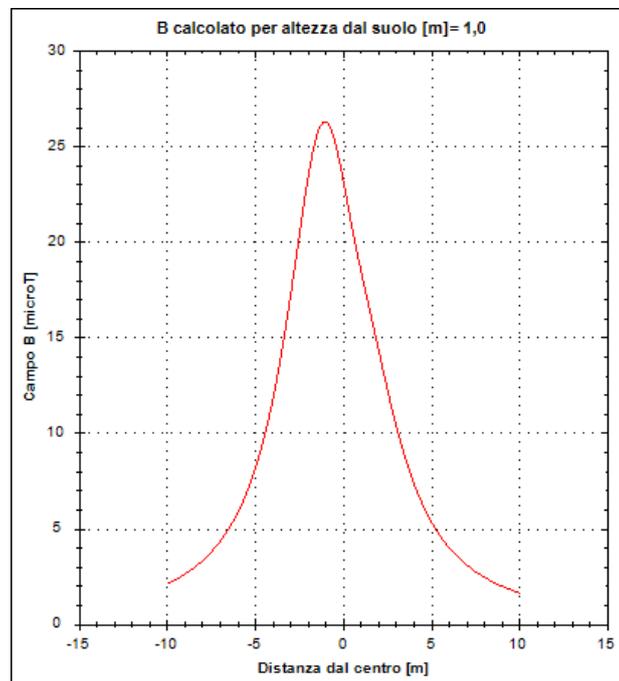
ID 3 - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m)



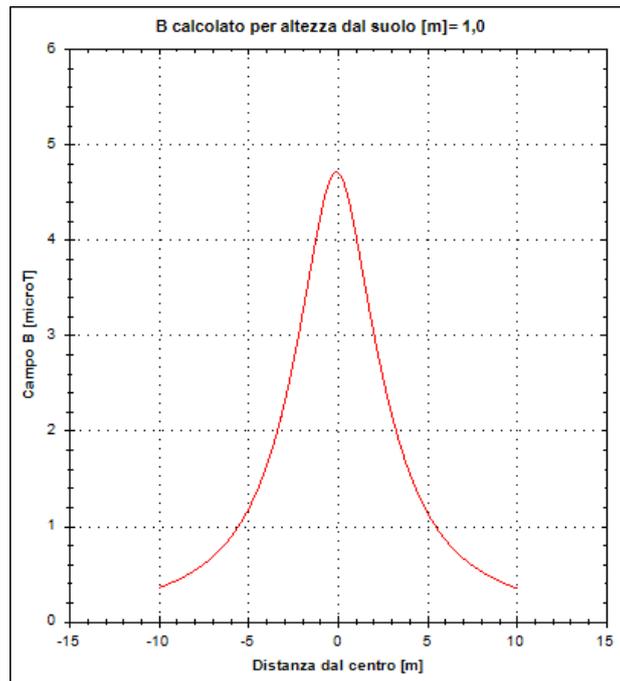
ID 4 - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m)



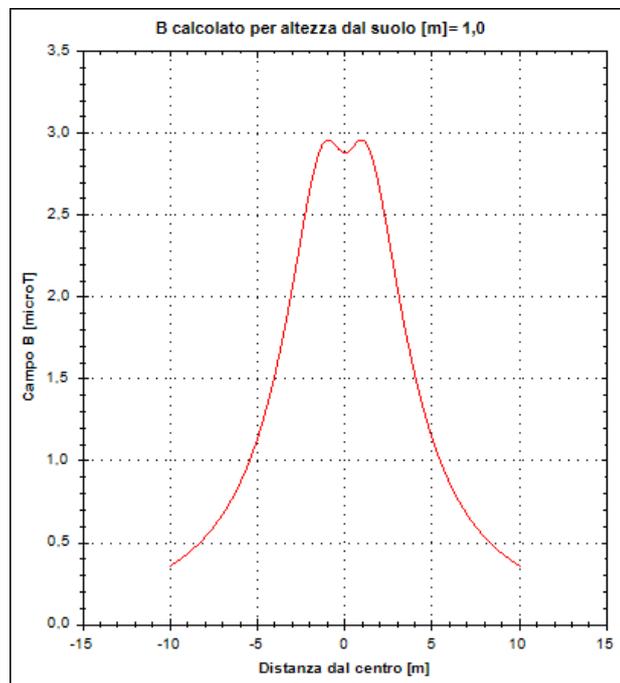
ID 5 – Buca giunti singolo circuito (profondità 1.5 m)



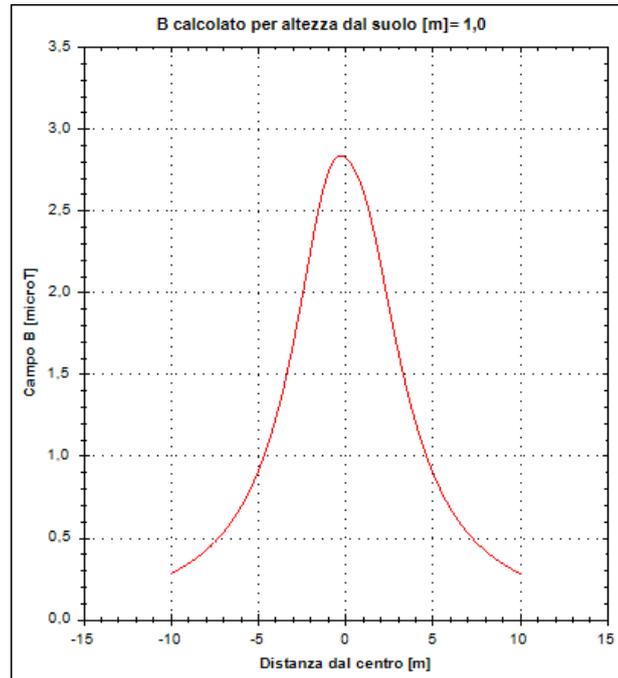
ID 6 – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m)



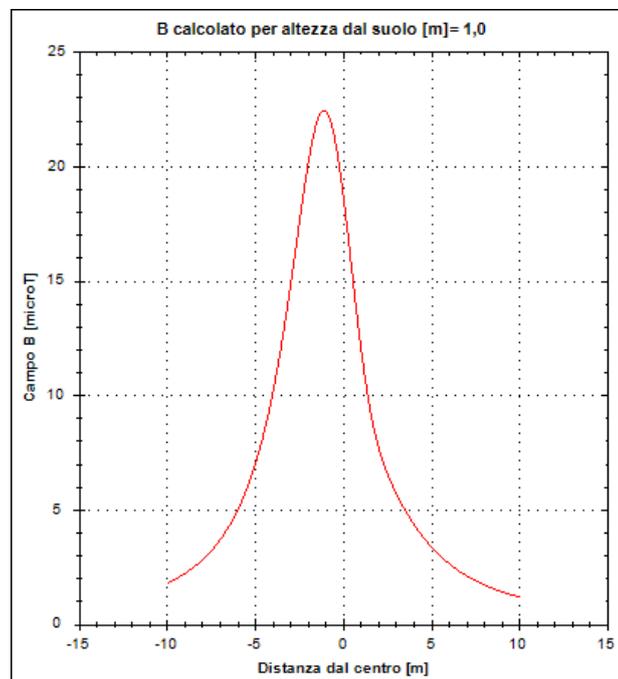
ID 7 – Buca giunti schermata singolo circuito (profondità 1.5 m)



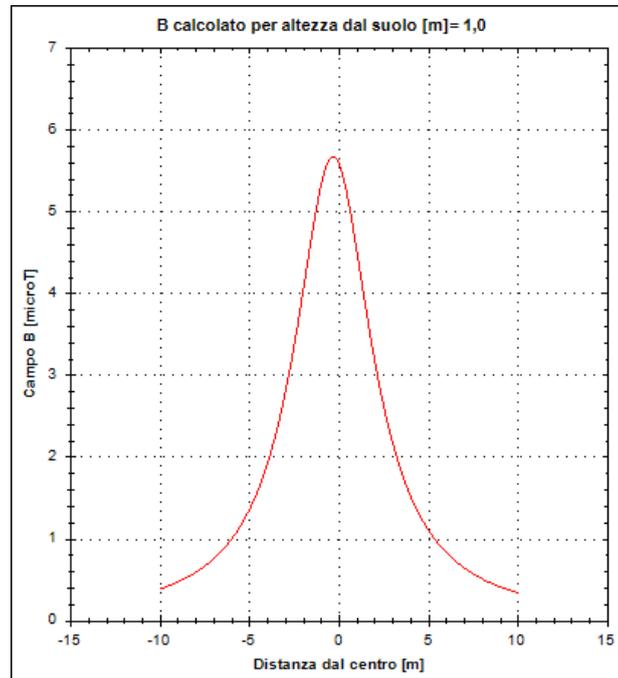
ID 3a - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – RST TRS



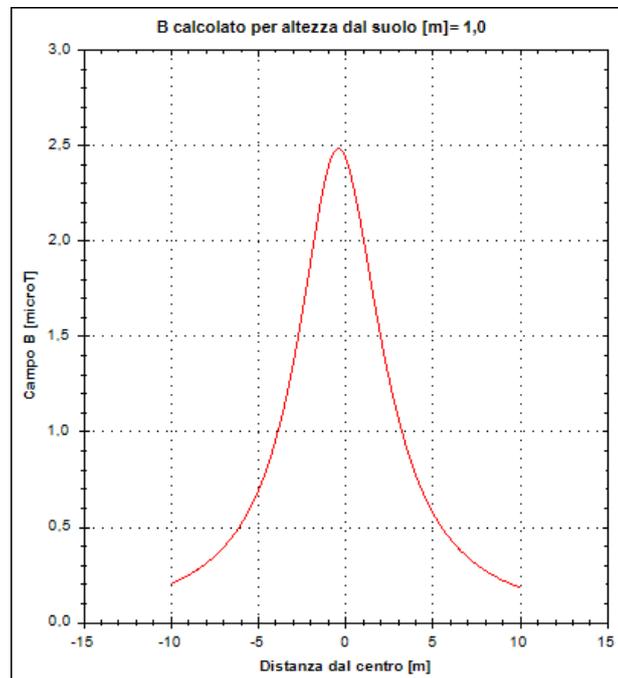
ID 4a - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – RST TRS



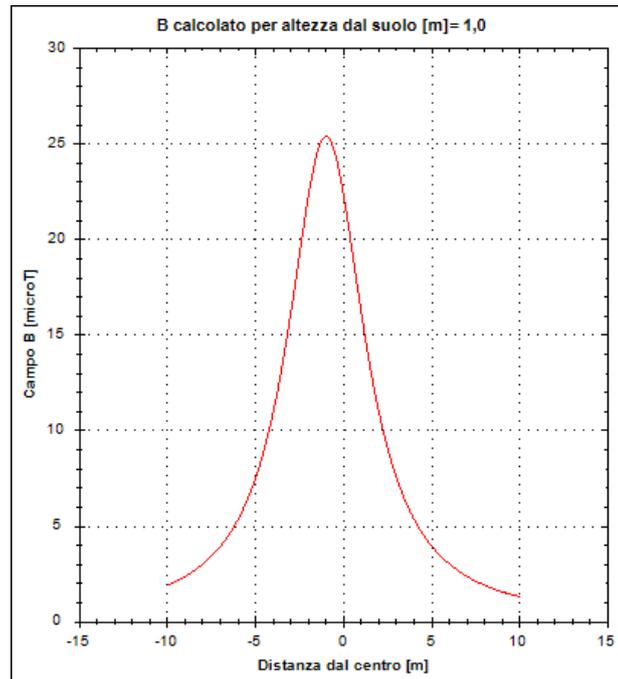
ID 6a – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m) – RST-TRS



ID 3b - Posa in tubiera a trifoglio – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – 1 circuito attivo



ID 4b - Posa in tubiera a trifoglio schermata con loops passivi – 2 circuiti (profondità 1.75 m) – 1 circuito attivo



ID 6b – Buca giunti affiancata al secondo circuito (profondità 1.5 m) – 1 circuito attivo

8 SCHERMATURA MEDIANTE LOOPS PASSIVI: INDICAZIONI PER L'INSTALLAZIONE

La posa dei loops passivi in prossimità dei cavi di alta tensione ha lo scopo di mitigare il campo magnetico, mediante la circolazione di correnti indotte. Il corretto collegamento dei cavi ed il rispetto della geometria di posa sono una parte fondamentale nel progetto complessivo. Lo schema generale per la posa dei cavi passivi si può così riassumere:

- Posa dei cavi
- Intestazione
- Collegamento
- Interramento
- Verifiche finali

8.1 Posa dei cavi

Posizionare la bobina vicino alla trincea.

Stendere i cavi uno alla volta fino al punto prestabilito e tagliare a misura o giuntare se necessario.

Numerare ciascuno spezzone di cavo ad entrambe le estremità.

Creare la configurazione richiesta, come da disegno costruttivo, rispettando la geometria e fascettando i cavi ove richiesto.

Pareggiare i cavi e marcarli con un pennarello tutti alla medesima lunghezza.

Tagliare con precisione i cavi.

8.2 Intestazione.

Rimuovere la guaina esterna per una lunghezza di 70 mm (vedi Fig.6a).

Togliere il tappo dal capocorda a codolo e inserirlo sul conduttore mandandolo in battuta (devono rimanere scoperti non più di 10 mm di conduttore).

Pressare il capocorda sul conduttore con due schiacciate successive, utilizzando l'attrezzatura idonea prevista dal costruttore del morsetto (vedi Fig.6b).

Mettere il pezzetto di nastro autoamalgamante fornito sulla parte scoperta di conduttore tra capocorda e guaina esterna.

Preparare un tratto di guaina termoretraibile di 250 mm con diametro riducibile a meno di 14 mm.

Pulire la testa del cavo con solvente sgrassante.

Carteggiare per rendere ruvida la superficie per un tratto di almeno 150 mm e rimuovere la polvere.

Inserire il termoretraibile sul cavo in modo che rimangano scoperti esattamente 30 mm del codolo in rame (vedi Fig.6c).

Scaldare il codolo di rame fino a circa 100 °C per facilitare l'adesione della guaina termoretraibile.

Scaldare la guaina in modo che si richiuda sul cavo partendo dal codolo, lasciando 30 mm di rame scoperti.

Verificare che la guaina aderisca correttamente e che una parte della colla deposta sulla superficie interna fuoriesca della guaina stessa.

A questo punto la testa del cavo risulta perfettamente sigillata e solo 30 mm del codolo di rame sporgono all'esterno.

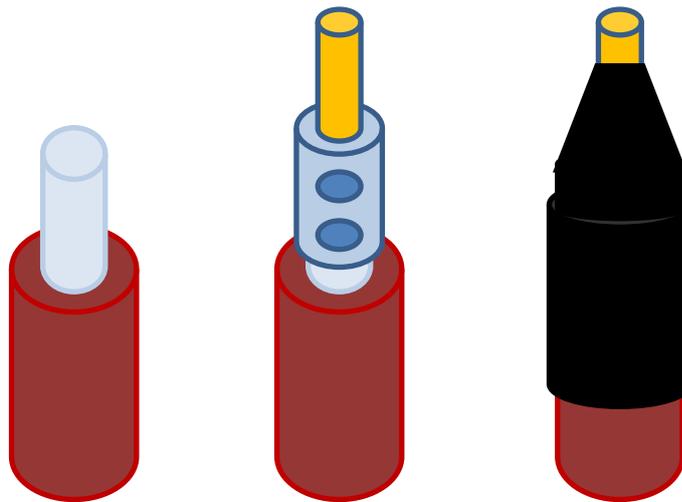


Fig. 6a

Fig. 6b

Fig. 6c

Fig. 6 - Sequenza di montaggio dei capicorda a codolo sul cavo in alluminio

8.3 Collegamento.

Allineare le teste dei cavi e pareggiarle ulteriormente con una tolleranza di qualche millimetro.

Inserire i codoli nella morsettiere in modo che emergano dall'altro lato (vedi Fig.7).

Il corretto inserimento prevede che il codolo venga bloccato dalla vite appuntita di serraggio e che la guaina termoretraibile rimanga all'esterno della morsettiere.

Chiudere con forza le viti in modo che la punta penetri nel codolo bloccandolo all'interno.

Serrare le morsettiere l'una all'altra mediante viti al fine di chiudere il loop.

Dopo aver sistemato i cavi ad una estremità si passa all'altra, ripetendo le medesime operazioni di "Intestazione" e "Collegamento", per montare correttamente anche i restanti gruppi di morsettiere.

E' importante ricordare che la lunghezza totale della schermatura dovrà comprendere, oltre alla lunghezza del tratto da schermare, anche due tratti agli estremi di tale tratto, della lunghezza di circa 4-5 m ciascuno, al termine dei quali saranno installate le suddette morsettiere.

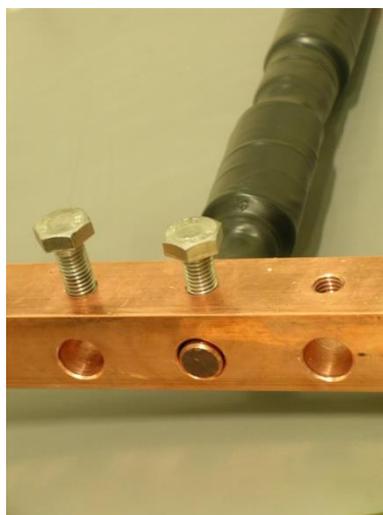


Fig. 7 - Esempio montaggio del capocorda nella morsettiere

	Relazione CEM Nuova SE Sorrento – CP Vico Equense	Codifica RVFR15007C1632025	
		Rev. N° 00 del 05/11/2019	Pag. 35 di 36

Per questo specifico collegamento saranno utilizzate morsettiere da 12+2 fori per ogni estremità dei Loops, da realizzare all'interno dei tratti di trincea e delle buche giunti oggetto della schermatura¹. Le morsettiere saranno posizionate in modo da rendere il più semplice possibile la loro collocazione. Lo schema di posa sarà definito in occasione della messa in opera dei cavi.

8.4 Interramento

La sequenza delle operazioni di interramento del sistema schermate sono descritte di seguito e si intendono valide, in principio, sia per posa diretta che per posa in tubazione dei loops passivi.

- a) Posizionare le morsettiere alle due estremità del tratto da schermare, superiormente al fascio di cavi AT;
- b) Installare i fasci di quadrifogli di cavi passivi alla base della trincea al fianco dei cavi AT. Se necessario unire i cavi con i morsetti in dotazione e proteggere la giunzione con tubo termoretraibile;
- c) Deporre e compattare il backfill senza modificare la corretta geometria dei loops;
- d) Installare gli altri fasci di quadrifogli superiormente allo strato di backfill;
- e) Deporre e compattare il backfill e applicare la lastra di protezione, quindi procedere al collegamento dei cavi alle morsettiere;
- f) A seconda della geometria da realizzare, collegare le morsettiere a contatto attraverso imbullonatura passante ai due fori laterali e a quelle non adiacenti attraverso cavi isolati con sezione di 240 mm².
- g) Completare l'interramento (previa verifica finale come descritto al successivo paragrafo 7.5).

8.5 Verifiche finali

Le verifiche finali da effettuare sono le seguenti:

- a) Ogni cavo passivo sia stato intestato correttamente e opportunamente sigillato con la guaina termoretraibile, lasciando spuntare solo 30 mm del codolo di rame;
- b) Ogni cavo passivo sia fermamente collegato alla rispettiva morsettiera a ciascuna delle due estremità;
- c) Tutte le morsettiere siano collegate nel modo corretto;
- d) La geometria di posa prevista nei disegni sia stata rispettata.

¹ La tipologia di morsettiera è da considerarsi provvisoria. Quella effettiva sarà definita in seguito.

9 LISTA MATERIALI

Si riporta di seguito la lista dei materiali necessari alla realizzazione della schermatura con cavi passivi nei tratti interessati.

Nel computo sono esclusi materiali di consumo quali fascette e nastri, necessari alla formazione dei trifogli o della legatura dei cavi attorno ai giunti/cavi, il cavo da 1x240mm² e la minuteria.

Componente	Materiale/Descrizione	Quantità	
Cavi passivi	Al 185 mm ²	m	27500
Morsetti di giunzione	Morsetto per cavo Al 185 mm ²	N°	100
Capocorda bimetallico	Capocorda bimetallico Al/Cu con attacco a codolo	N°	640
Morsettiera in Cu	Morsettiera a 12+2 fori in rame elettrolitico: <ul style="list-style-type: none"> • n° 24 per tratti di singolo circuito • n° 6 per tratti di doppio circuito • n° 12 per le buche giunti 	N°	90
Termoretraibili x capicorda	Tubi da 1 m (0.25 m per ogni intestazione di cavo)	N°	160
Cavo BT	Cu 1x240 mm ² , 0.6/1 kV per collegamento morsettiera	m	6
Capocorda	Capocorda a occhiello per cavo 1x240 mm ²	N°	24

Nota

La lista comprende tutti i materiali necessari alla schermatura dei tratti INT1-T3 e INT1-T5.