

“VILLAROSA”

Progetto di impianto di accumulo idroelettrico Opere di connessione alla RTN Piano Tecnico delle Opere RTN

Comuni di Calascibetta e Villarosa (EN)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



GEOTECH S.r.l.

SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

Progettista: Ing. Pietro Ricciardini

Relazione CEM



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	Luglio 2022	Geotech S.r.l.	Geotech S.r.l.	Edison S.p.A.
1	EMISSIONE PER INTEGRAZIONI MASE	Luglio 2023	Geotech S.r.l.	Geotech S.r.l.	Edison S.p.A.

Codice commessa: G970 Codifica documento: G970_DEF_R_031_RTN_rel_CEM_1-1_REV01



Sommario

1	PREMESSA	2
2	PROPONENTE	3
3	INTRODUZIONE	3
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.2	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	4
4	RACCORDI AERI 380 KV	7
4.1	METODO DI CALCOLO UTILIZZATO	7
4.1.1	<i>Linee aeree isolate</i>	7
4.2	VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO	7
4.2.1	<i>Metodologia di verifica</i>	7
4.2.2	<i>Correnti di calcolo</i>	8
4.2.3	<i>Distanza Di Prima Approssimazione (DPA)</i>	8
4.2.4	<i>Calcolo della DPA</i>	8
4.3	ANALISI DPA	13
4.4	CONFORMITA' OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO	13
5	RACCORDI IN CAVO INTERRATO 150 KV	14
5.1	GENERALITÀ	14
5.2	SEZIONI TIPICHE DI SCAVO E DI POSA	16
5.3	CONFORMITA' OPERE IN MATERIA DI CAMPO MAGNETICO	27
5.3.1	<i>Campo magnetico elettrodotto interrato</i>	27
5.3.2	<i>Risultati di calcolo campo magnetico</i>	27
5.4	CONFORMITA' OPERE IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO	30
6	CONSIDERAZIONI FINALI	31



1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di verificare, per l'opera in progetto, il rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, sui campi elettrici e magnetici.

Nel dettaglio verranno analizzati e calcolati i valori del campo elettrico e di induzione magnetica di:

- Elettrodotti aerei entra-esce 380 kV di collegamento tra la linea in progetto e autorizzata “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” e la Stazione Elettrica di smistamento 380 kV della RTN in progetto “Calascibetta”
- Elettrodotti in cavo interrato entra-esce 150 kV di collegamento tra la linea aerea esistente “Nicoletti-Caltanissetta” e la Stazione Elettrica di smistamento 380 kV della RTN in progetto “Calascibetta”.

I tracciati dei raccordi sono descritti nella relazione tecnica illustrativa. Il calcolo verrà effettuato prendendo come riferimento la portata massima prevista in relazione alla tipologia di conduttore previsto in installazione.

Tutte le opere sono ubicate nei comuni di Calascibetta e Villarosa facenti parte del territorio del Libero Consorzio comunale di Enna.

Il presente elaborato viene emesso in revisione per accogliere le modifiche progettuali dell'impianto di pompaggio e adeguare pertanto il tracciato del cavo interrato 380 kV di utenza per la connessione dell'impianto alla RTN. A seguito della ricezione della STMG da parte di Terna, viene inoltre adeguato il progetto delle opere RTN al fine di ottemperare a quanto richiesto dal gestore della Rete di Trasmissione Nazionale.

La STMG (Codice Pratica 202201570) ricevuta con nota prot. P20220088693 del 11.10.2022, prevede che lo schema di allacciamento dell'impianto di pompaggio venga collegato in antenna a 380 kV con la sezione 380 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV della RTN da inserire in entra – esce al futuro elettrodotto RTN a 380 kV della RTN “Chiaromonte Gulfi – Ciminna” previsto nel Piano di Sviluppo Terna cui raccordare la rete AT afferente alla SE RTN di Calascibetta. A seguito di un tavolo tecnico tenutosi tra tutti i produttori con la medesima soluzione di connessione, si è convenuto con Terna di prevedere una stazione elettrica 380/150/36 kV.

A seguito della STMG sopra descritta, le opere RTN vengono pertanto integrate con:

- L'inserimento di una sezione 150 kV nella Stazione Elettrica
- L'inserimento di una sezione 36 kV nella Stazione Elettrica
- I raccordi entra-esce in cavo interrato tra la Stazione Elettrica suddetta e la linea aerea esistente 150 kV “Nicoletti – Caltanissetta”.



2 PROPONENTE

Edison, con più di 130 anni di storia, è la società energetica più antica d'Europa ed è oggi uno dei principali operatori energetici in Italia, attivo nella produzione e vendita di energia elettrica, nell'approvvigionamento, vendita e stoccaggio di gas naturale, nella fornitura di servizi energetici, ambientali al cliente finale nonché nella progettazione, realizzazione, gestione e finanziamento di impianti e reti di teleriscaldamento a biomassa legnosa e/o gas o biogas.

Attualmente Edison è il terzo operatore italiano per capacità elettrica installata con 6,5 GW di potenza e copre circa il 7% della produzione nazionale di energia elettrica. Il parco di produzione di energia elettrica di Edison è costituito da oltre 200 impianti, tra cui centrali idroelettriche (64 mini-idro), 50 campi eolici e 64 fotovoltaici e 14 cicli combinati a gas (CCGT) che permettono di bilanciare l'intermittenza delle fonti rinnovabili.

Oggi opera in Italia, Europa e Bacino del Mediterraneo impiegando circa 5.000 persone.

Edison è impegnata in prima linea nella sfida della transizione energetica, attraverso lo sviluppo della generazione rinnovabile e low carbon, i servizi di efficienza energetica e la mobilità sostenibile, in piena sintonia con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) e gli obiettivi definiti dal Green Deal europeo. Nell'ambito della propria strategia di transizione energetica, Edison punta a portare la generazione da fonti rinnovabili al 40% del proprio mix produttivo entro il 2030, attraverso investimenti mirati nel settore (con particolare riferimento all'idroelettrico, all'eolico ed al fotovoltaico).

Con riguardo al settore idroelettrico, Edison è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza dell'acqua da oltre 120 anni quando, sul finire dell'800, ha realizzato le prime centrali idroelettriche del Paese che sono tutt'ora in attività. L'energia rinnovabile dell'acqua rappresenta la storia ma anche un pilastro del futuro della Società, impegnata a consolidare e incrementare la propria posizione nell'ambito degli impianti idroelettrici e a cogliere ulteriori opportunità per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

3 INTRODUZIONE

Le valutazioni di campo elettrico e magnetico sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M dell'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.



Le valutazioni delle fasce di rispetto legate al campo di induzione magnetica e i calcoli del campo elettrico si riferiscono agli interventi elencati nell'elaborato "Relazione tecnica illustrativa – raccordi RTN" (cod. G970_DEF_R_004_RTN_rel_tec_ill_racc_1-1_REV01).

3.1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della **Legge 36/2001** ha definito:

- *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;
- *obiettivo di qualità*, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il **D.P.C.M. 08.07.2003** "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.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 μT . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

3.2 **NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Le caratteristiche delle realizzazioni in genere, degli impianti, dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:



- Vincoli ambientali specifici del territorio in cui verranno inseriti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F.;
- Quanto previsto in materia di compatibilità elettromagnetica;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici";
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "installazione degli impianti";
- Modalità per la Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti;
- Delibere AEEG in materia di energia elettrica prodotta da impianti di generazione rinnovabile e non.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPAS) e VV. F.;
- Legge 1° marzo 1968, n. 186 "disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici";
- Linee guida ICNIRP 2010 (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection): Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz);
- Direttiva 2013/35/UE - Disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Volume 1: Guida pratica
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Volume 2: Studi di casi
- Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici - Guida per le PMI
- DLgs 159/2016 pubblicato nella GU 192 del 18/08/2016, entrato in vigore il 02/09/2016: recepisce la Direttiva UE 2013/35/UE
- 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- G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- Decreto 29 maggio 2008. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).
- Documento Enel - Linee Guida per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.2008
- D.Lgs. 81/08 (modifiche) Recepimento del DLgs 159/2019: con la sostituzione all'Allegato XXXVI degli articoli: 206, 207, 209, 210, 211, 212, 219, inserimento dell'art. 210 bis.



- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. G. U. n. 55 del 7 marzo 2001
- Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UN.EL.-U.N.I./I.S.O.- CEE.

Di seguito vengono elencate a titolo indicativo non esaustivo le principali.

CLASSIFICAZIONE CENELEC IEC O ISO	CLASSIFICAZIONE CEI O UNI	TITOLO DELLA NORMA, SPECIFICA O GUIDA
CEI EN 62226-1	CEI 106-10	Esposizione ai campi elettrico e magnetico nell'intervallo delle frequenze basse e intermedie - Metodi di calcolo della densità di corrente e del campo elettrico interno indotti nel corpo umano Parte 1: Aspetti generali
NC	CEI 106-11	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo
NC	CEI 106-12	Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT
CEI EN 50413	CEI 106-20	Norma di base sulle procedure di misura e di calcolo per l'esposizione umana ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (0 Hz-300 GHz).
CEI EN 50499	CEI 106-23	Procedura di valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici
CEI EN 62110	CEI 106-27	Livelli di campo elettrico e magnetico generati da sistemi di potenza in c.a. - Procedure di misura con riferimento all'esposizione umana
CEI EN 50527-2-1	CEI 106-30	Procedura per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici dei lavoratori con dispositivi medici impiantabili attivi Parte 2-1: Valutazione specifica per lavoratori con stimolatore cardiaco (pacemaker)
NC	CEI 211- 4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche
NC	CEI 211- 6	Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana
CEI EN 61000-6-2	CEI 210-54	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
CEI EN 61000-6-4	CEI 210-66	Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali

Norme di riferimento per i campi elettromagnetici



4 RACCORDI AEREI 380 kV

4.1 METODO DI CALCOLO UTILIZZATO

4.1.1 Linee aeree isolate

La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull'algorithmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini.

Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120° . In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

Per i calcoli è stato utilizzato il programma di simulazione "EMF Tools 4.2.2" sviluppato per TERNA dal CESI procedendo sia al calcolo della fascia di rispetto, e di conseguenza determinando la DPA, sia al calcolo del campo elettrico a 1m dal suolo. Per tutte le simulazioni si farà riferimento alla configurazione geometrica di ciascuna tipologia di sostegno che verrà impiegato.

Come indicato negli elaborati progettuali, ed in particolare nel Profilo e nella tabella di picchettazione verranno complessivamente impiegate due tipologie differenti di sostegni di seguito elencate:

- Sostegno tipo EA armati in amarro;
- Sostegno tipo EP ST armato in amarro;

4.2 VALUTAZIONE CAMPO MAGNETICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola. Il valore dell'induzione magnetica decresce molto rapidamente con la distanza.

4.2.1 Metodologia di verifica

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto. Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, 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. In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea aerea (per il dettaglio vedere par. 3.2);
2. Calcolo le DPA, così come meglio definite nel par. 3.3, successivamente riportate in planimetria su base CTR, in scala 1:2000 (per il dettaglio vedere planimetrie allegate "Corografia di progetto con Distanza di Prima approssimazione");
3. Verifica sulle planimetrie di cui sopra dell'eventuale presenza di recettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;



4. Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più vicino all'elettrodotto.
5. Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di "recettore".

4.2.2 Correnti di calcolo

Conformemente a quanto disposto del D.P.C.M. 08/07/2003 (Art.6 §1), le fasce di rispetto devono essere determinate impiegando la "corrente in servizio normale dell'elettrodotto", come definita dalla norma CEI 11-60. Per quanto riguarda la valutazione di campi elettrici e magnetici verrà considerato il valore di portata massima riferita al periodo freddo in zona climatica A per il conduttore trinato da 31,5 mm in lega di alluminio acciaio. Tale valore è pari a 2955 A, con livello di tensione di 380 kV.

4.2.3 Distanza Di Prima Approssimazione (DPA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione, definita come "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".

4.2.4 Calcolo della DPA

Ai fini del calcolo della DPA per l'elettrodotto in oggetto, non sono state utilizzate delle metodologie semplificate ma è stata effettuata la proiezione al suolo della fascia calcolata.

La proiezione a terra della fascia di rispetto è rappresentata negli elaborati "Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Calascibetta" (cod. G970_DEF_T_034_RTN_plan_cat_DPA_X-4_REV01) e "Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Villarosa" (cod.G970_DEF_T_042_RTN_plan_cat_DPA_Villarosa_X-3_REV01). Di seguito si riportano le sezioni di calcolo bidimensionale della fascia di rispetto dei 3 μ T determinata con riferimento alla geometria dei sostegni impiegati.



Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di sostegno tipo EA (I=2955 A)

pannello di configurazione

The diagram shows a vertical central axis representing the line's axis. A guard wire (fune guardia) is positioned at the top with a diameter of 11.500 mm. Below it, three conductor levels are shown. The top conductor level is at a height of 11.400 m from the axis, with a spacing of 12 mm between the guard wire and the conductors. The middle conductor level is at 8.300 m, with a spacing of 8 mm between the middle and bottom conductors. The bottom conductor level is at 11.34 m, with a spacing of 4 mm between the middle and bottom conductors. The horizontal spacing between the middle and bottom conductors is 6.750 mm. The diagram also shows a spacing of 7.650 mm between the middle and bottom conductors on the opposite side. The conductor diameter is 31.50 mm, and there are 3 sub-conductors per conductor. The spacing between sub-conductors is 400 mm. The system is electrically symmetrical and balanced.

Parameters (Left Panel):

- Tensione [kV]: 380.
- Corrente [A]: 2955.
- Diametro conduttori [mm]: 31.50
- N. sub condotto: 3
- Spacing [mm]: 400
- Sistema elettrico: simmetrico - equilibrato
- Commento: Ins. DB

Parameters (Right Panel):

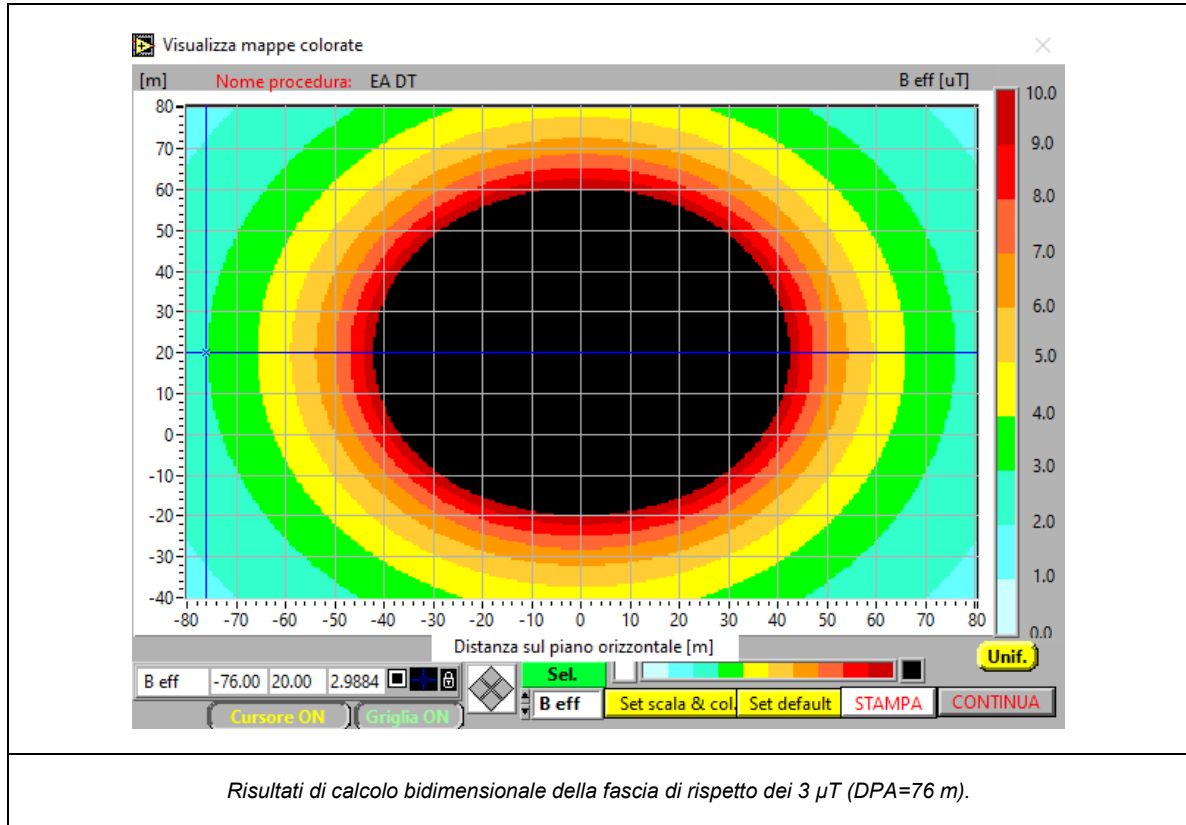
- Tensione [kV]: 380.
- Corrente [A]: 2955.
- Diametro conduttori [mm]: 31.50
- N. sub condotto: 3
- Spacing [mm]: 400

Other Parameters:

- Diametro fune guardia: 11.500
- Nome linea: EA
- Ascissa asse linea: 0.000
- Sinistra: valori negativi; Destra: valori

Buttons: STAMPA, Opzioni, CONTINUA, ESC, Mini Help

Configurazione Sostegno EA DT





Sezione fascia di rispetto in corrispondenza di sostegno tipo EP (I=2955 A)

pannello di configurazione

Diametro fune guardia
11.500

Nome linea
EP ST

Tensione [kV]
380.

Corrente [A]
2955.

Diametro conduttori [mm]
31.50

N. sub condotto
3

Spacing [mm]
400

Sistema elettrico
simmetrico - equilibrato

Commento **Ins. DB**

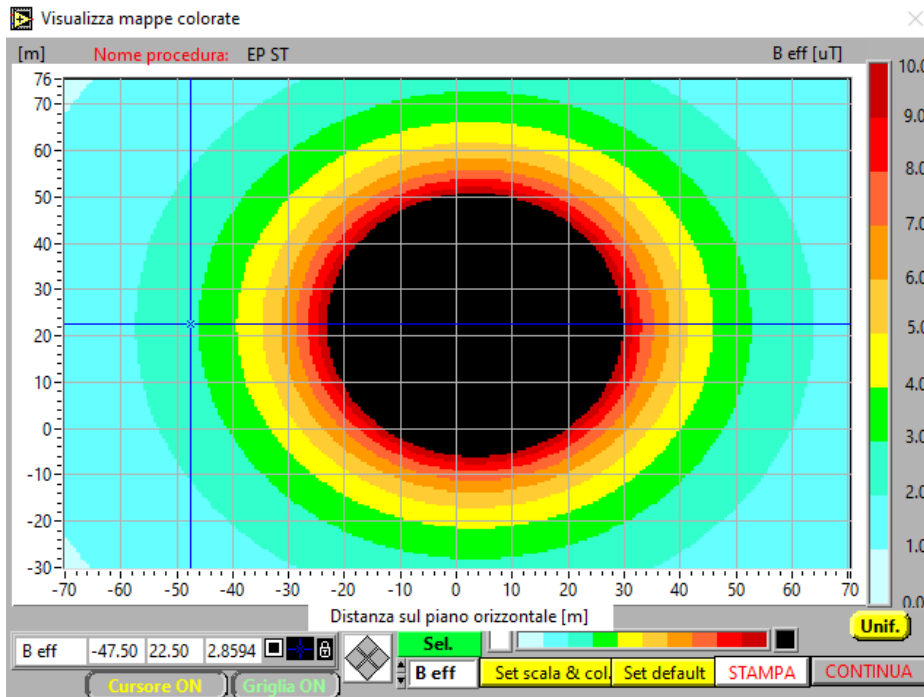
Ascissa asse linea
Sinistra: valori negati 0.000 Destra: valori

Mini Help

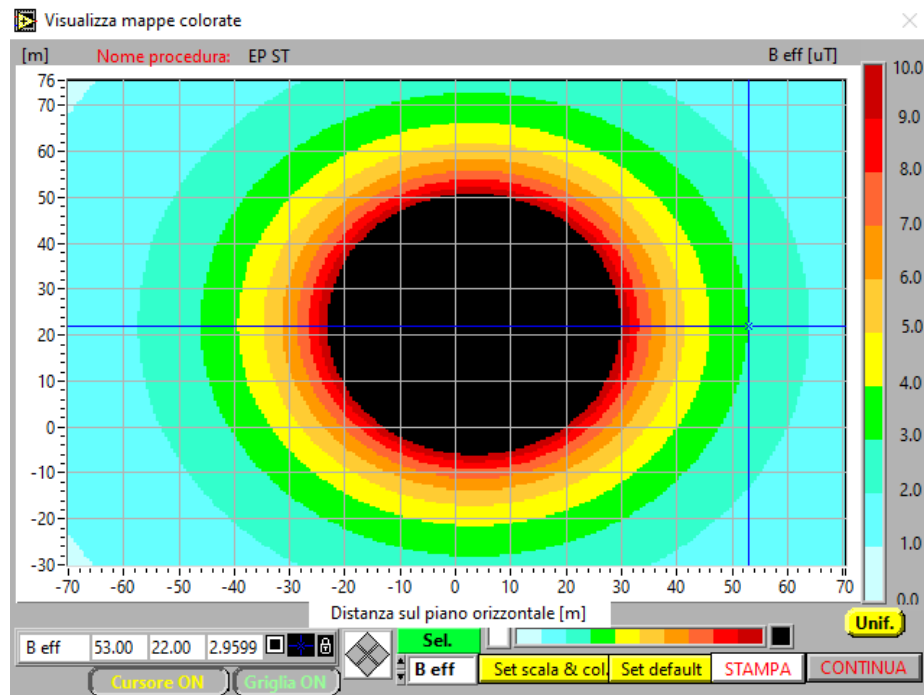
STAMPA **Opzioni**

CONTINUA **ESC**

Configurazione Sostegno EP ST



Risultati di calcolo bidimensionale della fascia di rispetto a $3 \mu T$ (DPA $s_x=47.5$ m).



Risultati di calcolo bidimensionale della fascia di rispetto a $3 \mu T$ (DPA $d_x=53$ m).

Come si evince dalla figura soprastante, la DPA ha una larghezza di 76m per parte rispetto all'asse linea e una larghezza complessiva pari a 152 m. Negli elaborati "Planimetria catastale con Distanza di Prima



Approssimazione - Comune di Calascibetta” (cod. G970_DEF_T_034_RTN_plan_cat_DPA_X-4_REV01) e “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Villarosa” (cod.G970_DEF_T_042_RTN_plan_cat_DPA_Villarosa_X-3_REV01) è rappresentata tale fascia con colorazione gialla oltre che i recettori sensibili individuati.

4.3 ANALISI DPA

Come si può osservare dagli elaborati “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Calascibetta” (cod. G970_DEF_T_034_RTN_plan_cat_DPA_X-4_REV01) e “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Villarosa” (cod.G970_DEF_T_042_RTN_plan_cat_DPA_Villarosa_X-3_REV01) all’interno della DPA, non ricadono fabbricati considerabili come recettori sensibili.

4.4 CONFORMITA’ OPERA IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO

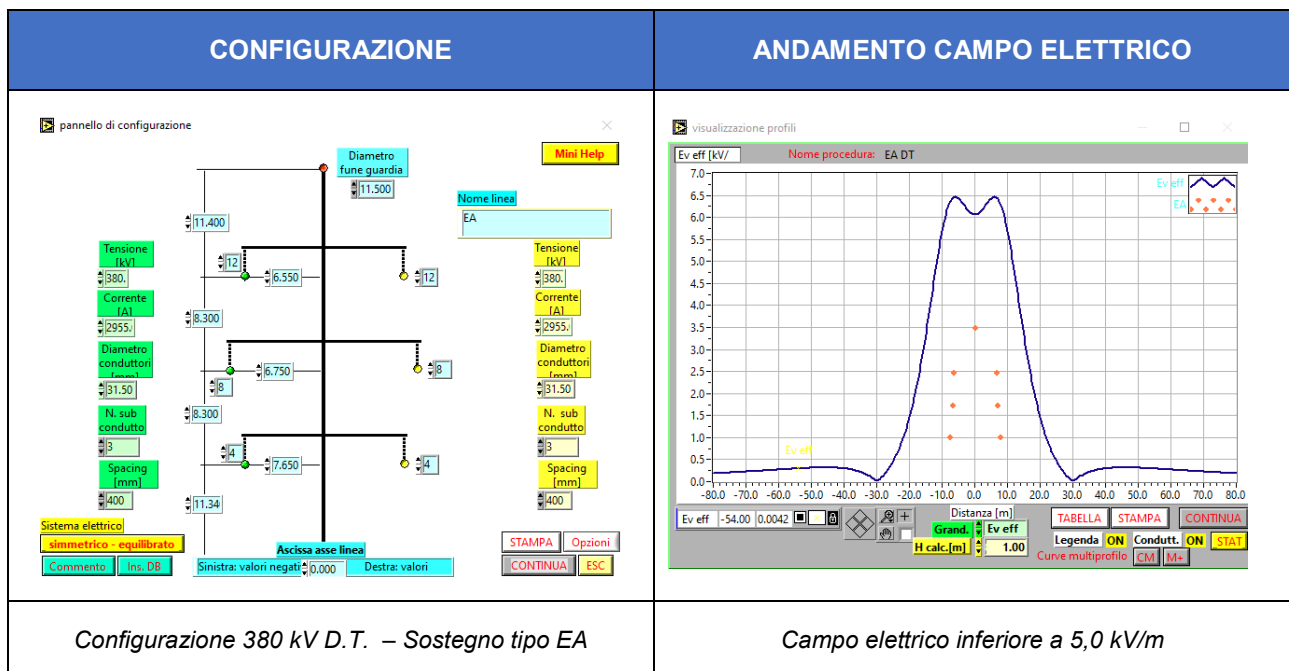
La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione della linea stessa. Il valore del campo elettrico decresce molto rapidamente con la distanza.

Utilizzando la stessa configurazione geometrica utilizzata per il calcolo dell’induzione magnetica, viene calcolato il valore di campo elettrico generato dagli elettrodotti a 1 m di altezza dal suolo.

Per il calcolo è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.08” sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4; inoltre, i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per quanto riguarda l’altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Freccia e in base a quanto disposto dal D.M. 88 risulta essere, per linee a 380kV, pari a 11,3m.

Con tali ipotesi è stato verificato, per ogni configurazione geometrica, il pieno rispetto del limite di esposizione dettato dal DPCM dell’8 luglio 2003 (5 kV/m).





Come si vede i valori di campo elettrico sono superiori al limite di 5 kV/m solamente in un range fra +10 e -10 m rispetto all'asse linea. Siccome nessun recettore sensibile è stato individuato all'interno di tale fascia, il limite di 5kV/m imposto da normativa è rispettato.

5 RACCORDI IN CAVO INTERRATO 150 kV

5.1 GENERALITÀ

Per il dettaglio delle caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti nei paragrafi seguenti si rimanda all'elaborato "Relazione elementi tecnici d'impianto – raccordi RTN" (cod. G970_DEF_R_015_RTN_rel_tecnici_racc_1-1_REV01). Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi e le sezioni tipiche. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e presenti sul mercato.

Isolante	XLPE
Diametro esterno	104 mm circa
Tensione nominale d'isolamento (Uo/U)	170/150 kV
Norme di rispondenza	IEC 62067

L'elettrodotto sarà costituito da una terna di cavi unipolari con isolamento in XLPE costituiti da un conduttore tamponato in rame schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, sistema di tamponamento, guaina in alluminio saldata e rivestimento in polietilene.

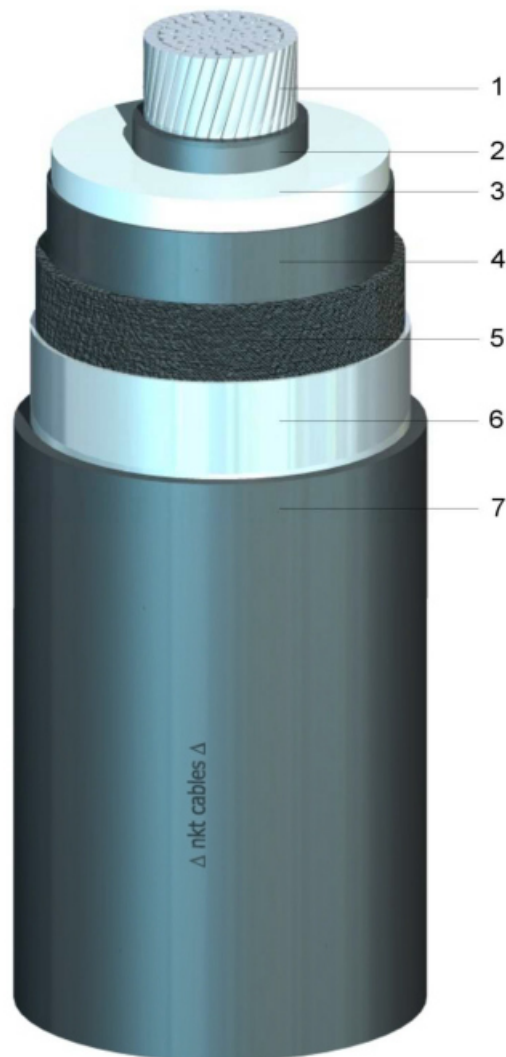
Di seguito si riporta un'immagine con i principali dati tecnici del cavo.



XLPE-insulated single-core cable with round stranded aluminium conductor, smooth aluminium sheath, polyethylene sheath

Type: A2X(F)KL2Y 1 x 1600 RM 87/150 kV

Standard: IEC 60840



- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| 1. conductor | 5. longitudinal water barrier |
| 2. conductor screen | 6. smooth aluminium sheath |
| 3. XLPE-insulation | 7. PE-sheath |
| 4. insulation screen | incl. semiconducting layer |

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttore di energia;
- Giunti circa ogni 550 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il cui numero dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo in funzione anche delle interferenze che determinano un piano di cantierizzazione);



- Buche giunti;
- Palo di transizione aereo-cavo 150 kV;
- Sistema di telecomunicazioni.

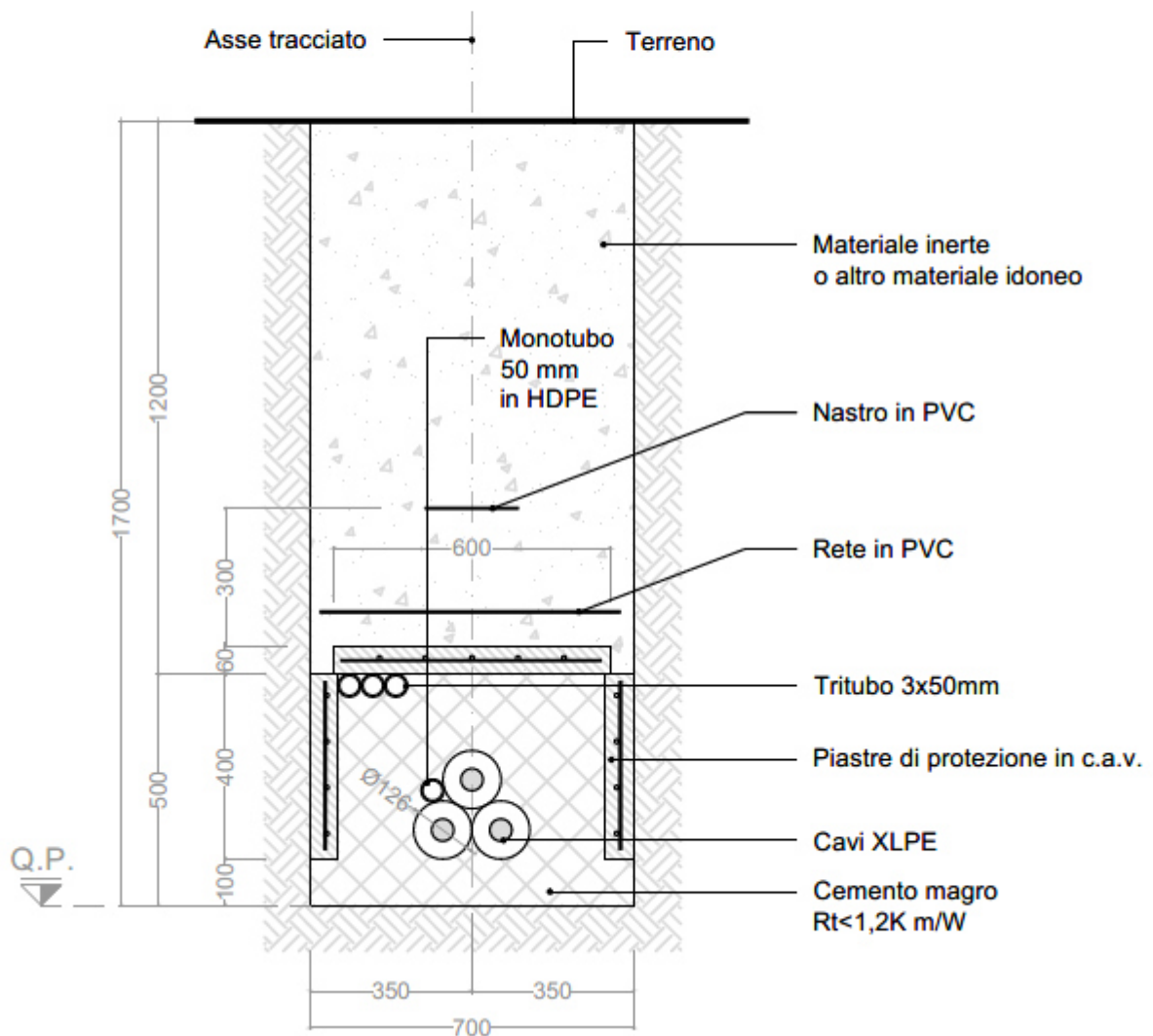
Lungo il tracciato della linea in cavi sotterranei si possono trovare diverse tipologie di posa che vengono illustrate di seguito.

5.2 SEZIONI TIPICHE DI SCAVO E DI POSA

Di seguito si riporta uno schema di ogni sezione tipica di posa prevista.

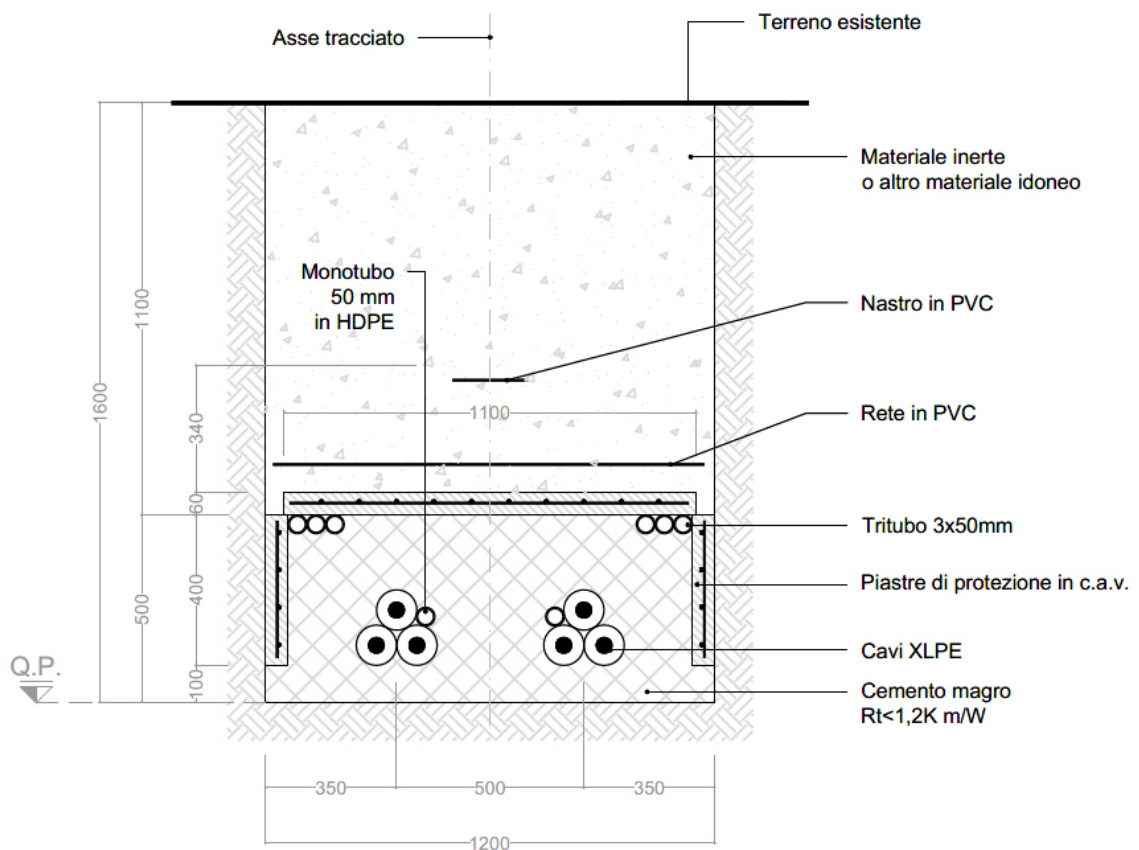


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio - singola terna Posa a trifoglio in terreno agricolo



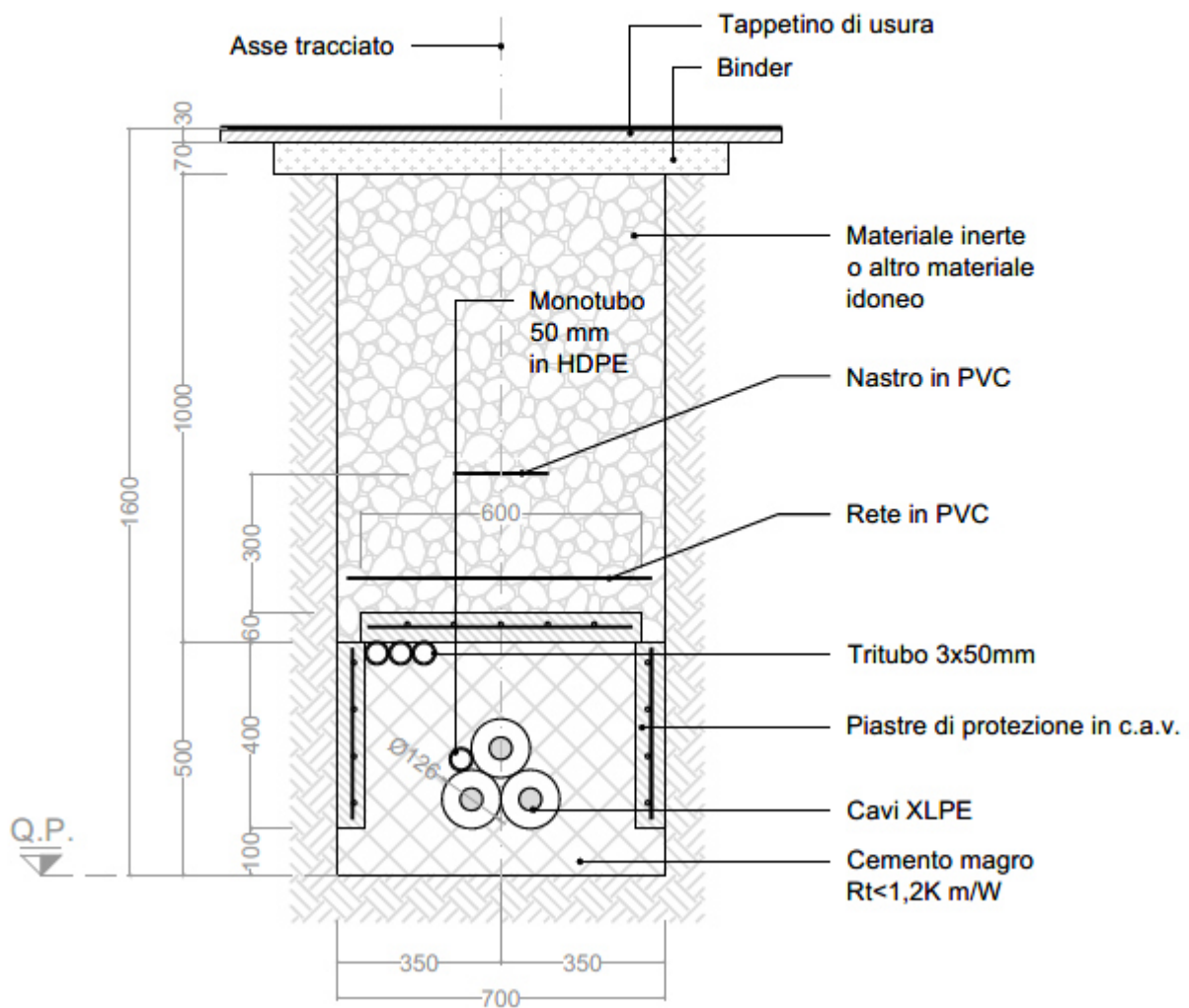


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio - doppia terna Posa a trifoglio in terreno agricolo





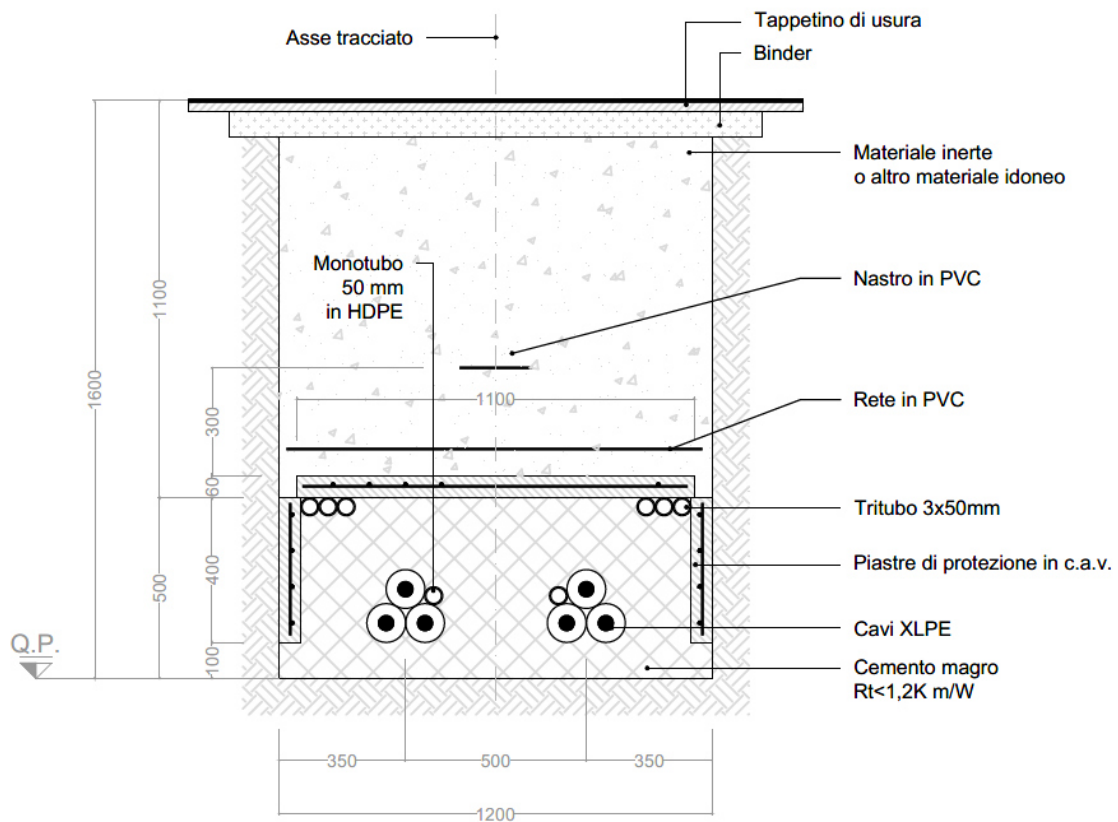
Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio - singola terna Posa a trifoglio su strada





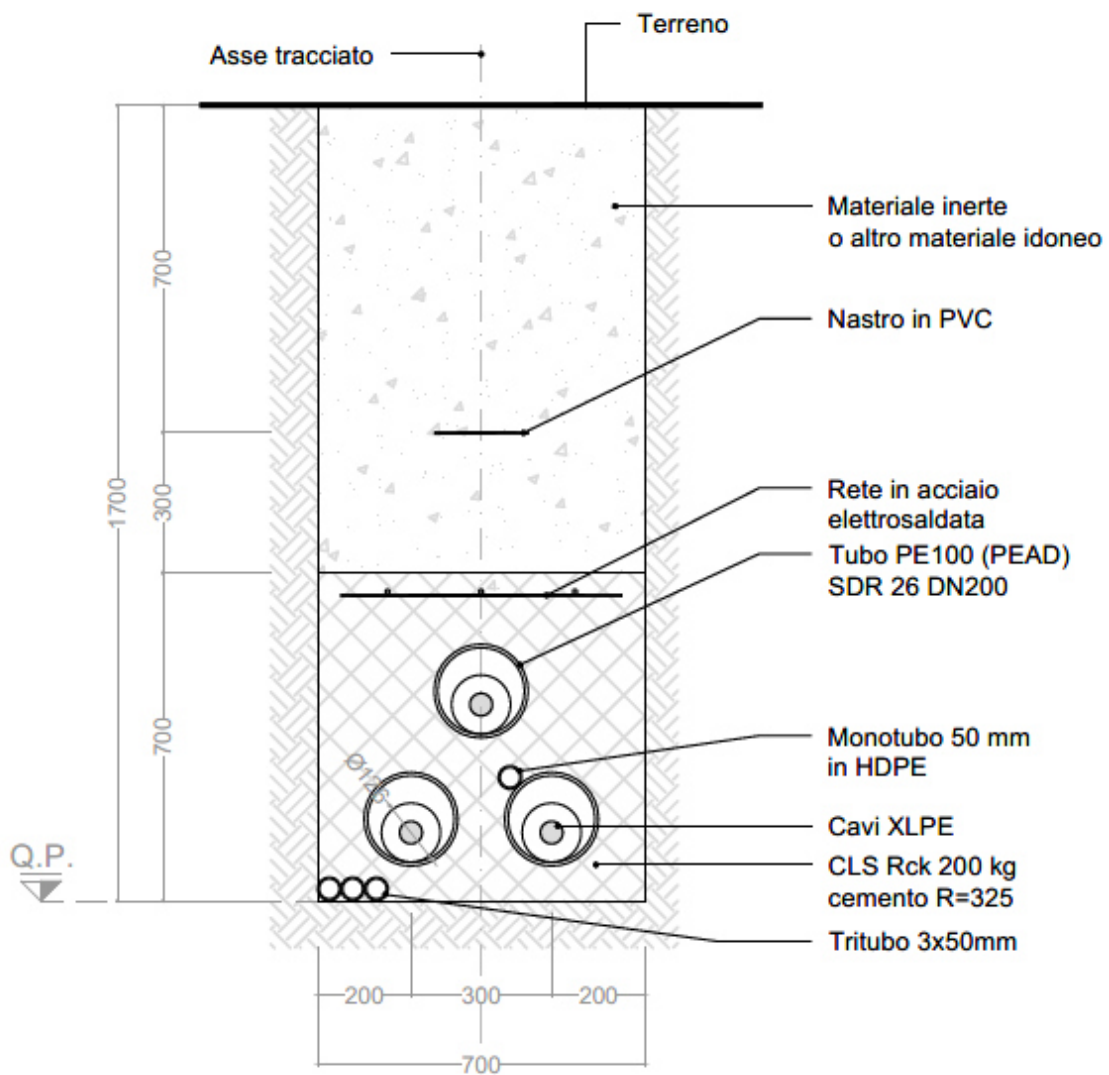
Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio - doppia terna

Posa a trifoglio su strada



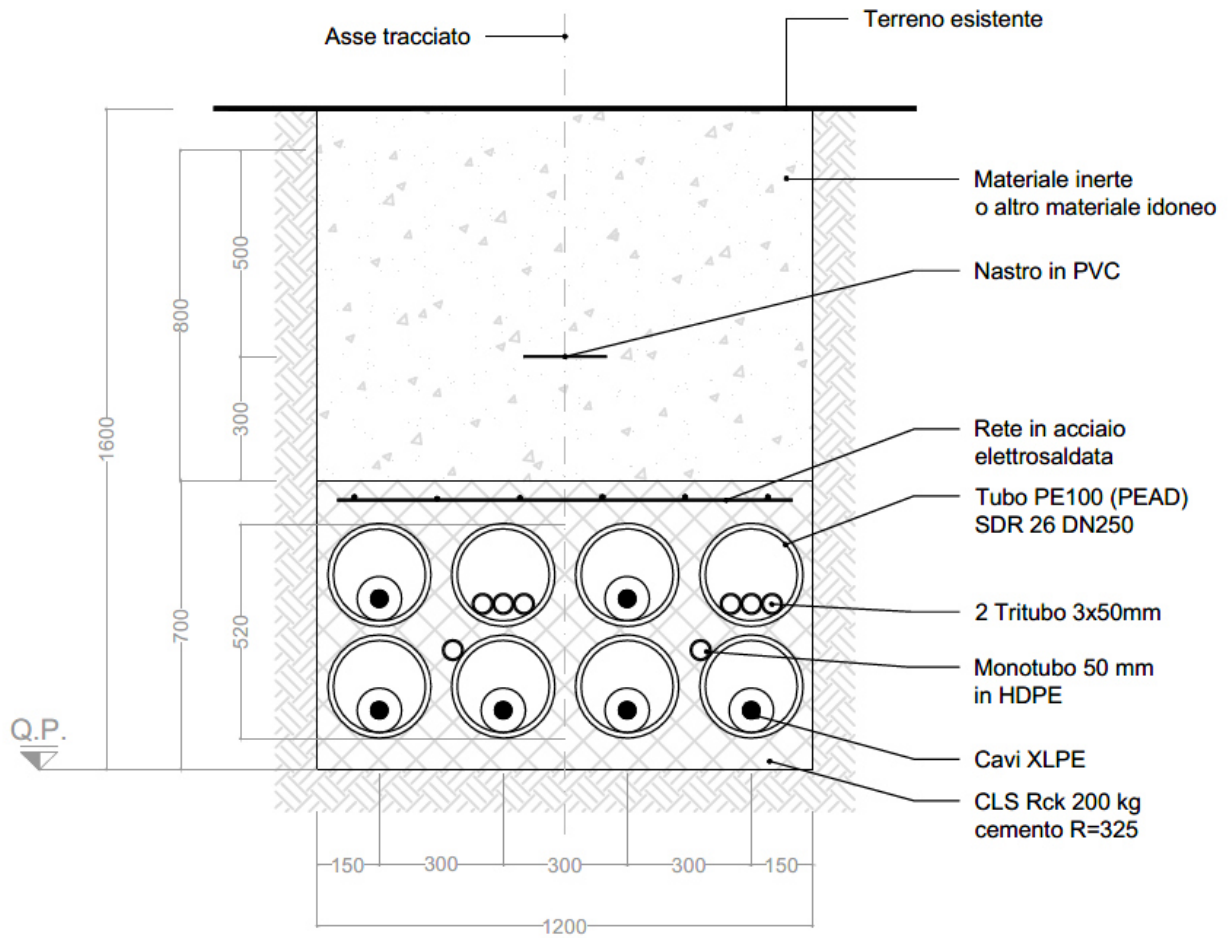


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio allargato - singola terna Terreno agricolo



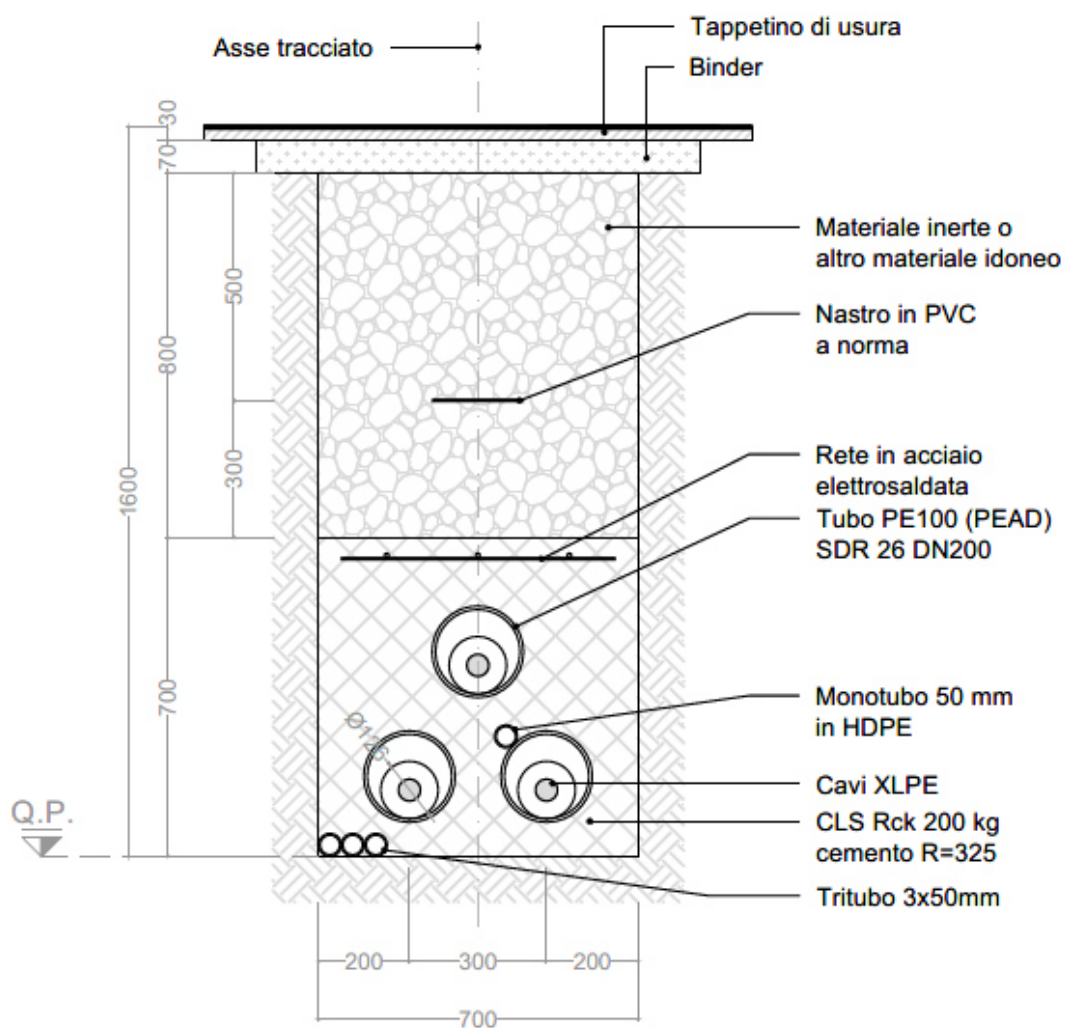


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio allargato - doppia terna Terreno agricol.o



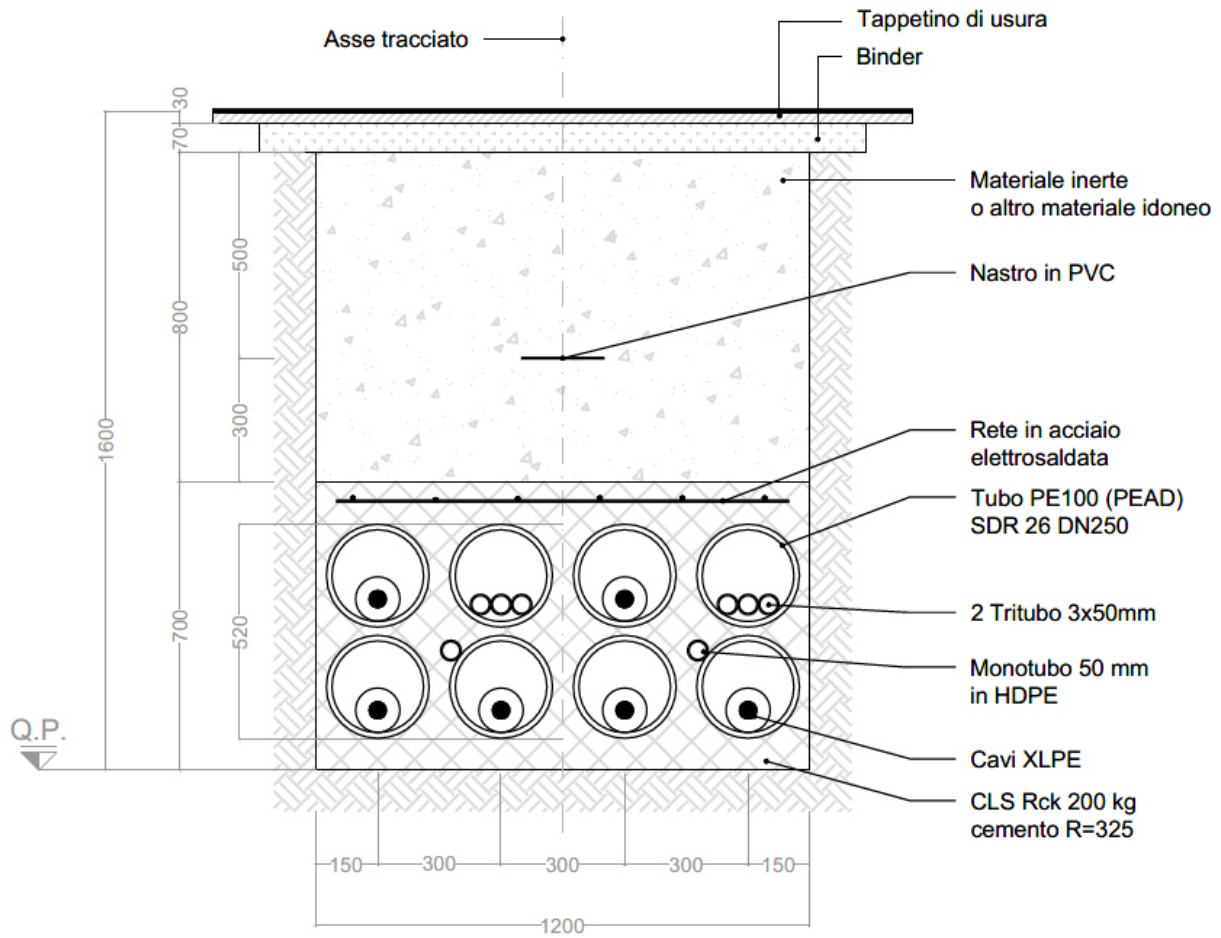


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio allargato - singola terna Strade extraurbane



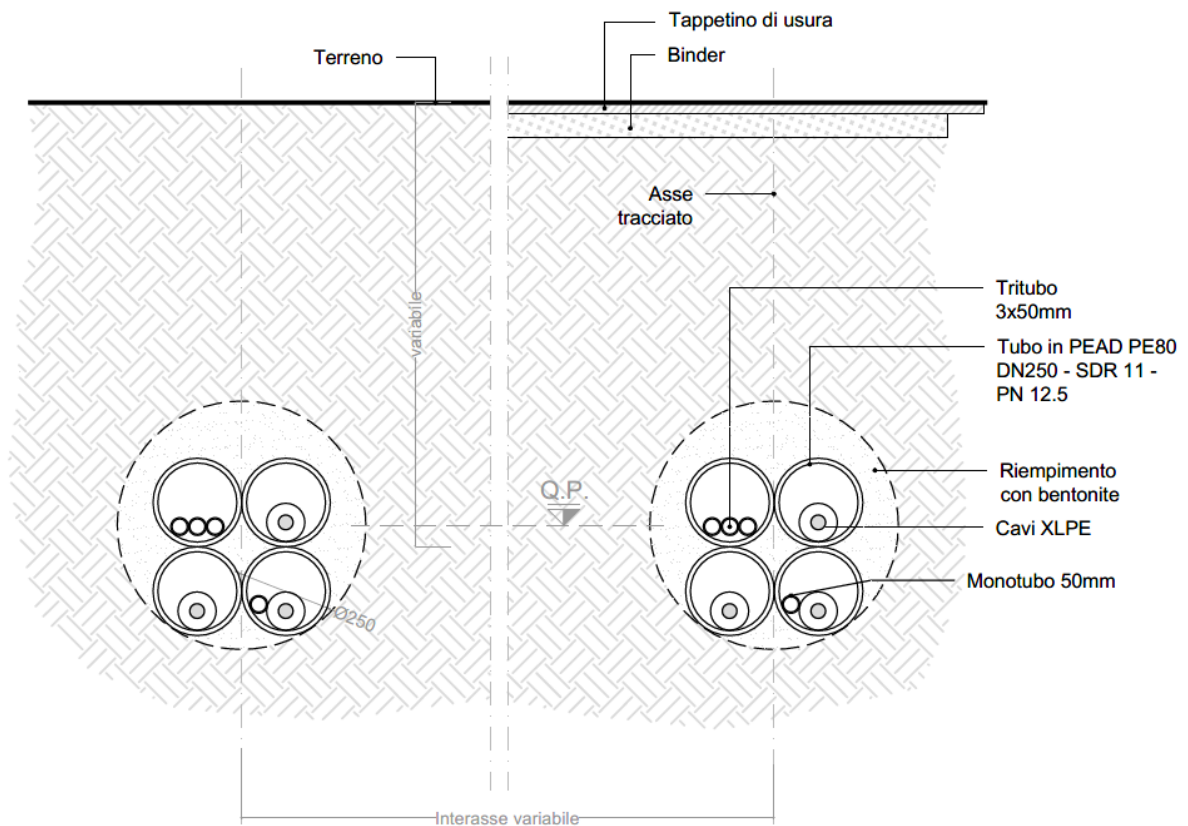


Cavo XLPE 150 kV a Trifoglio allargato - doppia terna Strade extraurbane





Cavo XLPE 150 kV Posa in TOC - doppia terna Perforazione Orizzontale Controllata

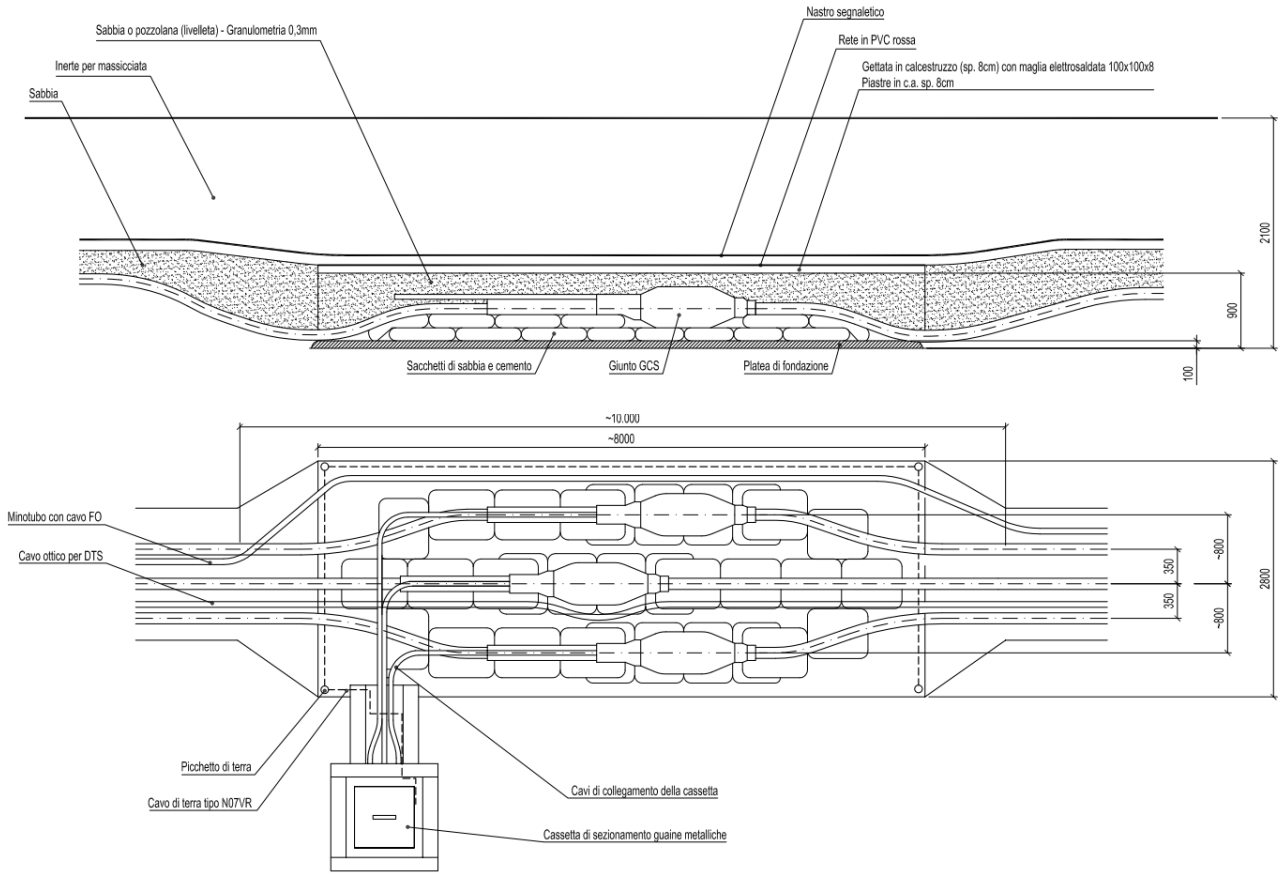


Il cavo verrà generalmente posato in tubiera (trifoglio allargato in tubiera) con interasse di 30 cm.

In corrispondenza delle buche giunti, si considererà un allargamento delle fasi, con interasse pari a 60 cm.



Camera giunti





5.3 CONFORMITA' OPERE IN MATERIA DI CAMPO MAGNETICO

5.3.1 Campo magnetico elettrodotto interrato

Nella presente relazione vengono eseguiti i calcoli di induzione magnetica con la corrente massima di progetto standard di **1.000 Ampère**, applicata al cavo **150 kV di sezione 1.000 mm² in alluminio** in relazione a condizioni standard del tracciato in progetto, come definita dalla norma CEI 11-17 e determinata in base alla normativa internazionale IEC 60287.

In fase esecutiva tale valore di portata dovrà essere determinato con precisione.

Il cavo avrà un **diametro pari a 104 mm** circa.

Per le linee in cavo sotterraneo si può affermare che le due metodologie di calcolo previste dal DM 29/05/2008, calcolo esatto e DPA, coincidono a meno delle modeste differenze che si possono verificare quando il tracciato della linea cambia direzione. In questo caso si ha un aumento della larghezza della semi-fascia interna alla curva ed una diminuzione di quella della semi-fascia esterna.

5.3.2 Risultati di calcolo campo magnetico

Per il calcolo, è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4.

Tali fasce vengono poi riportate negli elaborati:

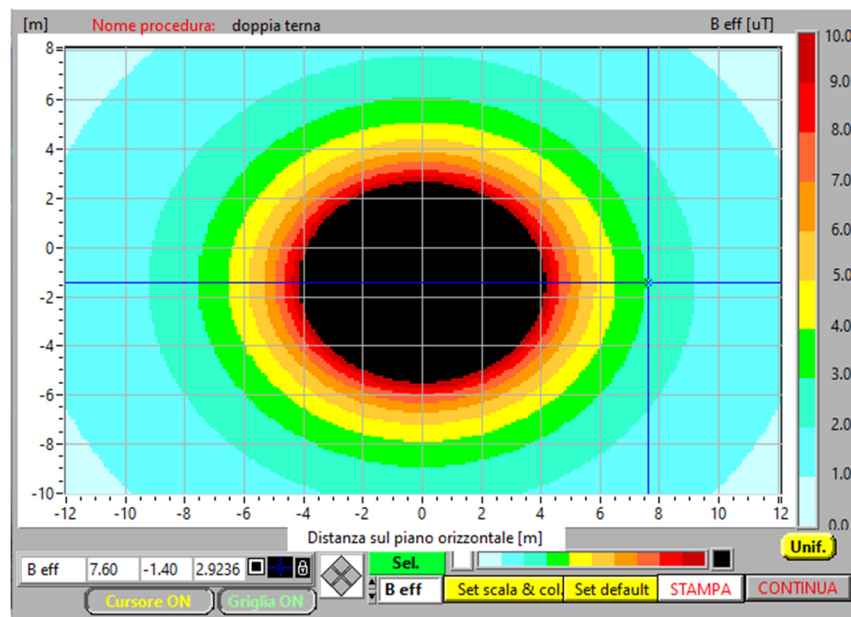
- “Corografia di progetto con Distanza di Prima Approssimazione” (cod. G970_DEF_T_032_RTN_coro_CTR_DPA_1-1_REV01) con base cartografica la CTR;
- “Corografia di progetto su ortofoto con Distanza di Prima Approssimazione” (cod. G970_DEF_T_033_RTN_coro_orto_DPA_X-3_REV01);
- “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Calascibetta” (cod. G970_DEF_T_034_RTN_plan_cat_DPA_X-4_REV01)
- “Planimetria catastale con Distanza di Prima Approssimazione - Comune di Villarosa” (cod. G970_DEF_T_042_RTN_plan_cat_DPA_Villarosa_X-3_REV01)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), definita come “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”.

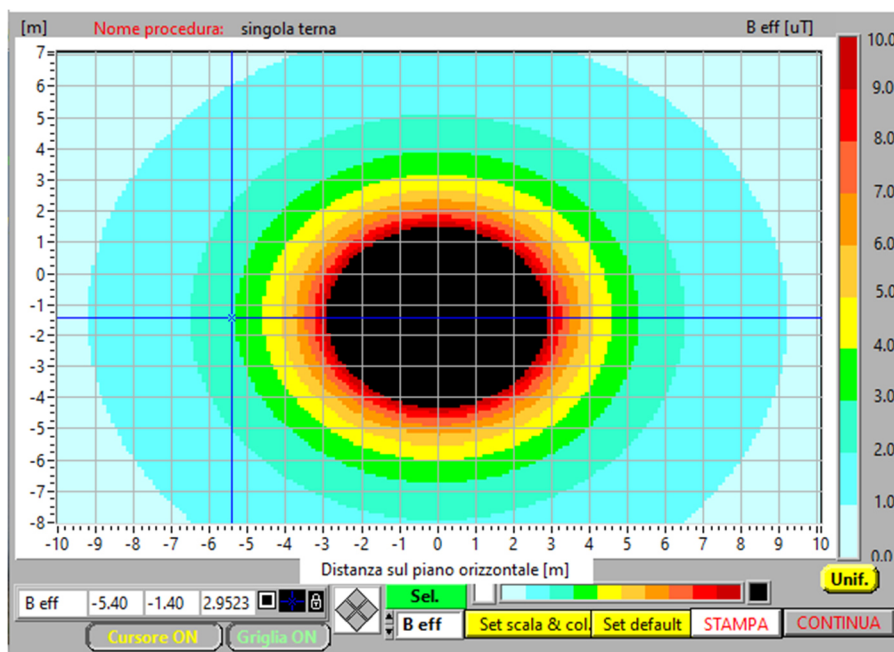
Nelle figure che seguono, si riportano le DPA per ogni tipologia di posa descritta al capitolo precedente. Si evidenzia che al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione delle aree di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.



- Calcolo ampiezza fascia CEM – posa doppia terna trifoglio allargato:
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 7,60 + 7,60 = 15,20$ m

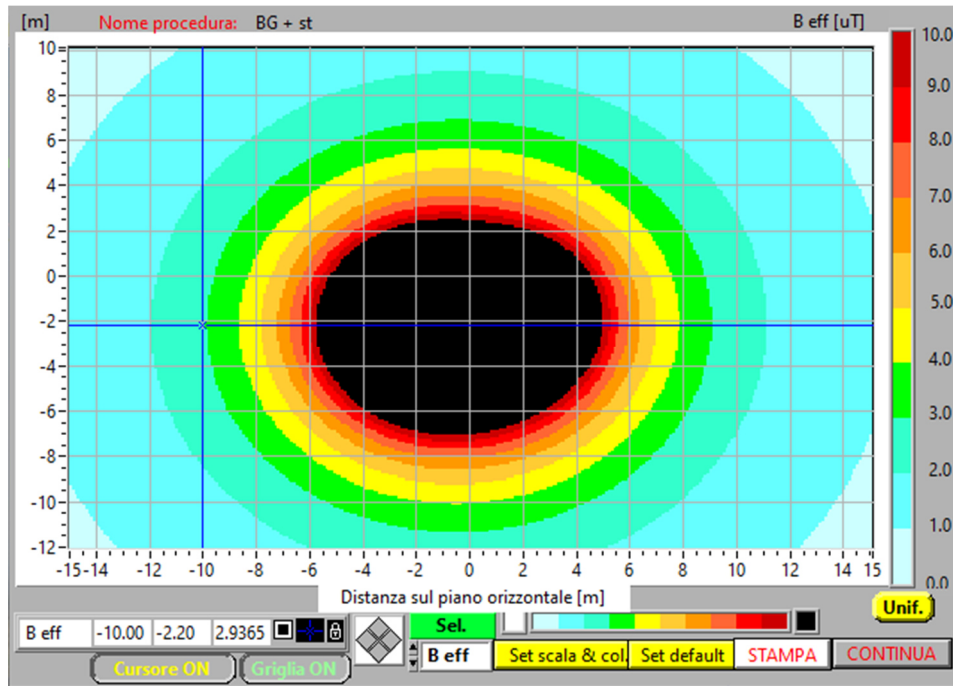


- Calcolo ampiezza fascia CEM – posa singola terna trifoglio allargato:
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 5,40 + 5,40 = 10,80$ m

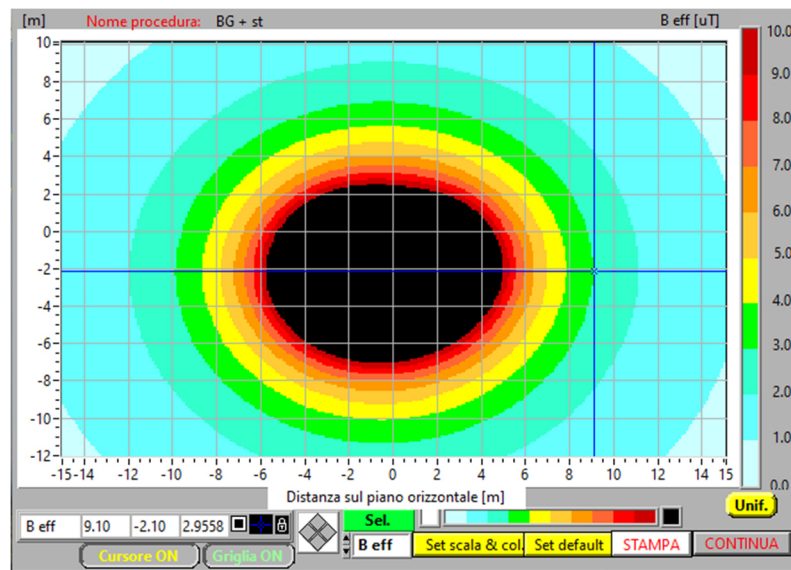




- Calcolo ampiezza fascia CEM – Buche giunti affiancata a posa in singola terna a trifoglio allargato (lato buca giunti):
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 10 + 10 = 20 \text{ m}$

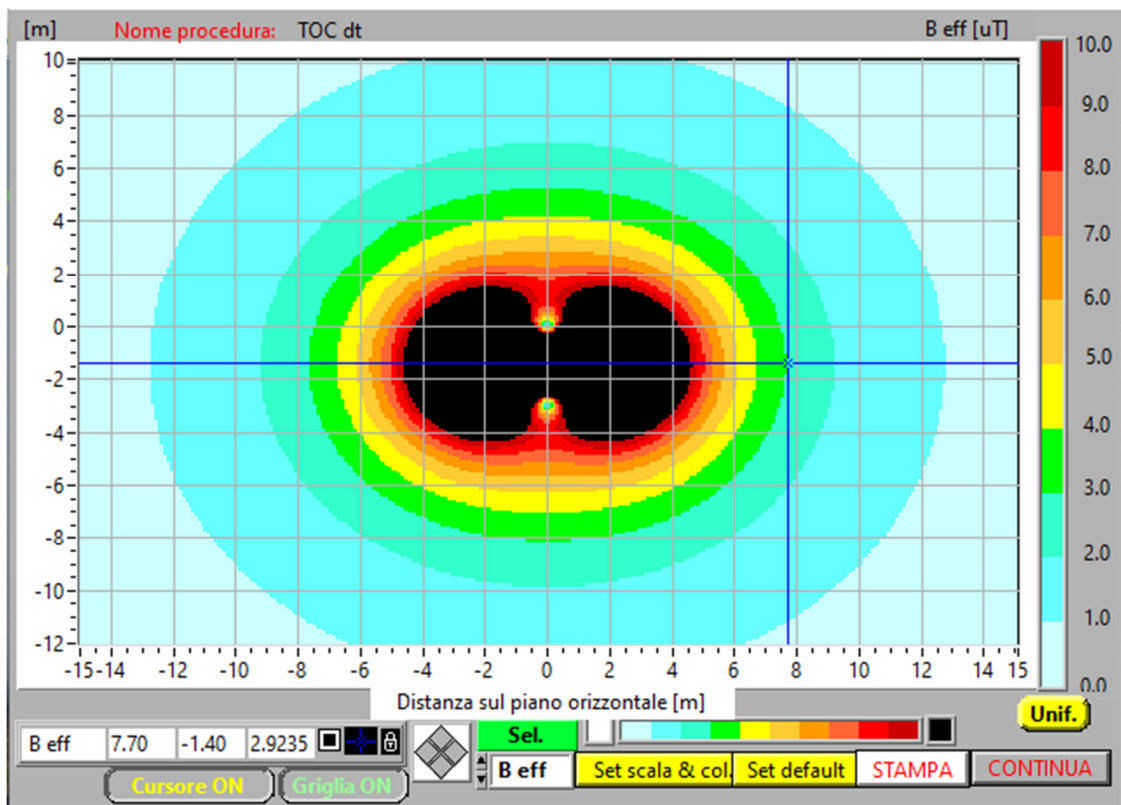


- Calcolo ampiezza fascia CEM – Buche giunti affiancata a posa in singola terna a trifoglio allargato (lato singola terna):
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu T = 9,10 + 9,10 = 18,20 \text{ m}$





- Calcolo ampiezza fascia CEM – posa in TOC doppia terna:
 - ampiezza fascia per rispetto $3 \mu\text{T} = 7,70 + 7,70 = 15,40 \text{ m}$



5.4 CONFORMITA' OPERE IN MATERIA DI CAMPO ELETTRICO

I cavi AT sono isolati e sono dotati di schermo collegato a terra di conseguenza non generano campi elettrici nell'ambiente circostante e pertanto l'attenzione verrà rivolta esclusivamente al campo magnetico.



6 CONSIDERAZIONI FINALI

Il metodo di calcolo adottato e le scelte cautelative operate sono conformi alle indicazioni del Decreto Ministeriale 29/05/2008 “Approvazione delle metodologie di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto”.

In conclusione, l'analisi effettuata ha permesso di evidenziare il pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM del 8 luglio 2003.

È stato inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM del 8 luglio 2003.