

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA PIACENZA  
COMUNI DI CADEO, FIORENZUOLA D'ARDA, CORTEMAGGIORE

PROGETTO DEFINITIVO:

"IMPIANTO FOTOVOLTAICO DIFFUSO CADEO"  
24,9 MWp COMPLESSIVI SU TRE AREE FV  
CONNESSE A SOTTOSTAZIONE ELETTRICA AT

VERIFICA ASSOGGETTABILITA' ALLA V.I.A.  
(STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE)  
Art. 20 D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.  
Legge Regionale L.R. 4/2018

Elaborato:

RELAZIONE INTERFERENZE C.E.M. VALUTAZIONE  
DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

IDENTIFICAZIONE ELABORATO:

Livello prog.	Codice rintracciabilità	N° elaborato	Tot. elaborati		NOME FILE	DATA	SCALA
		PE REL. 02					--

REVISIONI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Professionista incaricato: Bossini Per.ind.Michele

SPB S.r.l.

Via Giuseppe Mazzini 150, 25065  
Lumezzane (BS)



  
Firma Professionista

Proponente:

Energia Solare Cadeo  
S.R.L. (E.S.C.)

Via Frescobaldi 72/44121 Ferrara



Firma Proponente

## Sommario

1. RELAZIONE TECNICA .....	2
1.1 Premessa .....	2
1.2 Oggetto e scopo .....	2
1.3 Generalità.....	2
1.4 Riferimenti legislativi e normativi .....	3
1.5 Dati progettuali .....	5
1.6 Descrizione del tracciato elettrodotto.....	8
1.7 Comuni interessati .....	9
1.8 Elenco proprietà terreni.....	9
1.9 Richiami normativi .....	9
1.10 Campi elettrici e magnetici.....	11
1.11 Caratteristiche tecniche della linea.....	12
1.12 Cavi .....	13
1.13 Modalità di posa.....	13
1.14 Andamento del campo magnetico elettrodotto 30 kV .....	15
2. CONCLUSIONI .....	22

# 1. RELAZIONE TECNICA

## 1.1 Premessa

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo dei collegamenti in cavo MT tra le cabine d'impianto, site all'interno delle varie aree dell'impianto fotovoltaico "ENERGIA SOLARE CADEO" e la relativa stazione d'utenza MT/AT.

Il collegamento alla RTN necessita della realizzazione di una stazione MT/AT di utenza, ubicata nel Comune di Cortemaggiore a fianco della cabina primaria e-distribuzione servente l'area.

La nuova sottostazione utente ha lo scopo di elevare la tensione di impianto di 30 kV al livello di 132 kV, per il successivo collegamento in antenna alla sezione 132 kV della cabina primaria "Cortemaggiore".

## 1.2 Oggetto e scopo

Scopo del documento è quello di descrivere le caratteristiche tecniche e progettuali dei cavidotti MT a 30 kV, al fine del rilascio delle autorizzazioni previste dalla legislazione vigente.

Nel seguito si definiscono le scelte tecniche di base per la realizzazione dell'opera in oggetto, comprendenti essenzialmente il tracciato ed il dimensionamento dei cavi tra i vari punti terminali. Vengono altresì descritte le modalità di protezione e di installazione dei suddetti cavi.

## 1.3 Generalità

Il tracciato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell'opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all'interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento di nuclei e centri abitati (ove presenti), tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l'interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l'esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati progettati tenendo conto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T a tal proposito vedasi relazione specialistica allegata.

Il presente progetto degli impianti elettrici si estende dal punto di consegna dell'energia elettrica, fino alle utenze situate all'interno dell'edificio.

Sono esclusi dal progetto gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

Alla presente relazione tecnica sono allegati i documenti di progetto specificati nell'apposito elenco.

## 1.4 Riferimenti legislativi e normativi

Nella redazione del presente progetto, così come nella loro realizzazione, sono state, e dovranno essere tenute come riferimento nell'esecuzione dell'impianto, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI (comprehensive delle relative varianti).

Nei paragrafi successivi saranno specificate le norme tecniche e le leggi che disciplinano la realizzazione di apparecchiature e d'impianti elettrici.

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- 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
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 11-20 + V1 e V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- Norma CEI 0-14 "Guida all'applicazione del DPR 462/01 relativa alla semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Norma CEI 11-4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"
- Norma CEI 11-46 "Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-47 "Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa"
- Norma CEI 11-61 "Guida all'inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche"
- Norma CEI 11-62 "Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria"
- Norma CEI 11-63 "Cabine Primarie"
- Norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"
- Norma CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto"
- Norma CEI EN 50086 2-4 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 - "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- D.P.R. 22 ottobre 2001 n. 462 "Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi"
- Decreto Legislativo 1° agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"

- D.M. 12 settembre 1959 “Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro”
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l'esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne” (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne” (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);
- Codice civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù);
- “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)” (D.P.C.M del 8/07/2003);
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;
- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## 1.5 Dati progettuali

Di seguito sono riportati i dati riguardanti il progetto dell'impianto.

<b>DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE</b>			
<b>Pos.</b>	<b>Dati</b>	<b>Valori indicativi di Riferimento</b>	<b>Note</b>
1.1	<i>Committente</i>	ENERGIA SOLARE CADEO	
1.2	<i>Cliente Finale Denominazione dell'edificio, opera o applicazione</i>	ENERGIA SOLARE CADEO Progettazione nuovo elettrodotto 30kV collegamento impianto di produzione FTV 25 MW	
1.3	<i>Scopo del lavoro</i>	Progettazione impianti elettrici	
1.4	<i>Leggi e norme tecniche da rispettare</i>	Vedi punti 1.4	
1.5	<i>Vincoli da rispettare</i>	Distanze di rispetto da sottoservizi Linee elettriche Metanodotti Linee di telecomunicazione	

<b>DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'UTILIZZO DELL'OPERA</b>			
<b>Pos.</b>	<b>Dati</b>	<b>Valori indicativi di Riferimento</b>	<b>Note</b>
2.1	<i>Destinazione d'uso e analisi dei rischi</i>	Collegamento impianto produzione fotovoltaica a nuova sottostazione 132 kV/30 KV	
2.2	<i>Barriere Architettoniche</i>	NA	
2.3	<i>Dati relativi agli ambienti soggetti a normativa specifica CEI</i>	Gli ambienti sono da ordinari non previsto utilizzo di cavi a norma CPR	

## DATI DI PROGETTO RELATIVI ALLE INFLUENZE ESTERNE

Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
3.1	Zona climatica	zona E, 2 620 GG	
3.2	Formazione di Condensa Livello di Umidità	NO Medio	
3.3	Altitudine	<1000m	
3.4	Presenza corpi solidi estranei Presenza polvere	na	
3.5	Presenza di liquidi -Tipo di liquido -Gradualità -Trascurabile -Stillicidio -Esposizione alla pioggia -Esposizione agli spruzzi -Possibilità getti d'acqua	SI Acqua  -	
3.6	Condizioni del terreno -Carico specifico ammesso -Livello della falda freatica -Profondità della linea di gelo -Resistività elettrica del terreno -Resistività termica del terreno	- - - - - -	
3.7	Ventilazione dei locali -Naturale -Artificiale -Naturale assistita da ventilazione artificiale -N° ricambi aria	NA	
3.8	Dati relativi al vento -Nella direzione prevalente -Massima velocità di progetto	- - -	
3.9	Carico di neve	-	
3.10	Effetti Sismici	zona 3 (sismicità bassa)	
3.11	Condizioni Ambientali Speciali -Presenza di sostanza che producono corrosione -Presenza di sostanze inquinanti -Presenza di correnti vaganti -Livelli di rumore max	- NO NO NO <70 dB	

## DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

Pos.	Dati	Valori indicativi di Riferimento	Note
4.1	<i>Tipo di intervento richiesto</i> -nuovo impianto -trasformazione -ampliamento -ammodernamento	Nuovo impianto	
4.2	<i>Dati dell'alimentazione elettrica</i> -sigla linea di alimentazione -punto di consegna -tensione nom. E max variazione -contenuto armonico -Frequenza nominale -potenza disponibile continua -potenza disponibile di punta -C.Cto nel punto di consegna -Stato del neutro -Icc monofase e tempo di eliminazione del guasto -valori di taratura relativi al relè di protezione associati all'interruttore di alimentazione -Sistema di distribuzione -Vincoli da rispettare -Tensione nominale degli utilizzatori	Quadro MT sottostazione 30±5% kV - 50±2% Hz <b>Vedi relazione di calcolo</b> <b>Vedi relazione di calcolo</b> <b>Vedi relazione di calcolo</b> Isolato da terra <b>Vedi relazione di calcolo</b>  <b>Vedi relazione di calcolo</b>  Neutro isolato CEI 0-16 30 kV	
4.3	<i>Dati dell'eventuale autoproduzione</i> -kWp -Tensione nominale -Frequenza nominale	25 MW	
4.4	<i>Misura dell'energia elettrica</i>	Gruppo di misura interno fiscale	
4.5	<i>Massima caduta di tensione</i>	Linee 2%	
4.6	<i>Sezione minima dei conduttori</i>	Come da norme CEI	
4.7	<i>Elenco dei carichi</i>	<b>Vedi allegati</b>	
4.8	<i>Ubicazione dei carichi</i>	<b>Vedi allegati</b>	
4.9	<i>Prescrizioni particolari per gli apparecchi da alimentare</i>		
4.10	<i>Vincoli relativi alla tipologia dei componenti</i>	Nessun vincolo prescritto	
4.11	<i>Dati dimensionali relativi all'illuminazione artificiale</i> -illuminamento medio mantenuto	NA	
4.12	<i>Altre informazioni</i>		

## 1.6 Descrizione del tracciato elettrodotto

Come mostrato in Figura 1 l'elettrodotto in oggetto è composto da: n°1 linea denominata "A" che conetterà la nuova sottostazione 132 kV/30 kV (ad uso del produttore ENERGIA SOLARE CADEO) al nuovo impianto di produzione fotovoltaica Area 1, n°1 linea denominata "C" che conetterà il nuovo impianto di produzione fotovoltaica Area 1 all'impianto di produzione Area 2, n°1 linea denominata "D" che conetterà il nuovo impianto di produzione fotovoltaica Area 2 all'impianto di produzione Area 3,

Le opere interesseranno i comuni di Cadeo, Cortemaggiore e Fiorenzuola d'Arda siti nella provincia di Piacenza.

L'elettrodotto avrà una lunghezza di:

- circa 6,674 km per il collegamento tra sottostazione AT/MT e impianto fotovoltaico Area 1
- circa 3,677 km per il collegamento tra impianto fotovoltaico Area 1 e impianto fotovoltaico Area 2
- circa 0.898 km per il collegamento tra impianto fotovoltaico Area 2 e impianto fotovoltaico Area 3

La potenza degli impianti di produzione fotovoltaica è di:

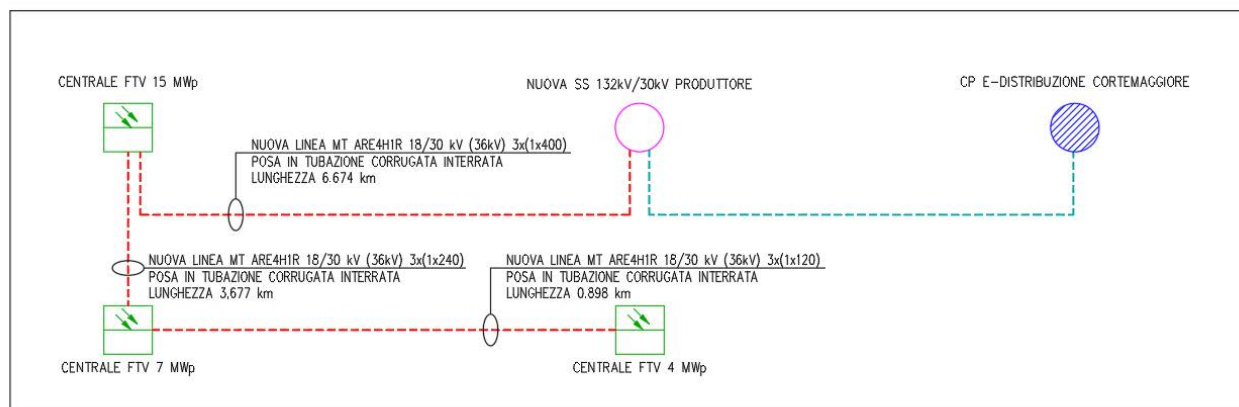
- Area 1 → 15 MWp
- Area 2 → 7 MWp
- Area 3 → 4 MWp

Le linee elettriche in progetto hanno le seguenti caratteristiche

Denominazione linea	Origine	Destinazione	Tipo di linea	Potenza massima (MW)	Corrente massima (A)
Linea A	Sottostazione 132kV	Cabina ricezione Area 1	ARE4H1R 18/30 3x(3x1x400)	25	482
Linea B	Sottostazione 132kV	Cabina ricezione Area 1	Predisposizione solo tubazione	0	0
Linea C	Cabina ricezione Area 1	Cabina ricezione Area 2	ARE4H1R 18/30 3x(3x1x240)	11	212
Linea D	Cabina ricezione Area 2	Cabina ricezione Area 3	ARE4H1R 18/30 3x(3x1x120)	5	77

Si riporta di seguito lo schema a blocchi semplificato delle opere in progetto

### SCHEMA A BLOCCHI IMPIANTO



Il seguente elaborato comprende:

- la progettazione delle linee di interconnessione tra gli impianti di produzione e la sottostazione
- la progettazione delle linee di interconnessione tra gli impianti di produzione Area 1/2/3

Non è compreso il progetto della connessione tra sottostazione produttore e cabina primaria DSO, né tantomeno le connessioni interne ai vari campi fotovoltaici.

Il percorso dell'elettrodotto è rilevabile dalle planimetrie allegate al presente documento

## **1.7 Comuni interessati**

I tracciati sopra descritti interesseranno il territorio dei comuni di Cadeo, Cortemaggiore e Fiorenzuola d'provincia di Piacenza.

## **1.8 Elenco proprietà terreni**

I cavidotti in oggetto attraversano le proprietà descritte nel documento RP.01 allegato al presente

## **1.9 Richiami normativi**

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 12/07/99 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 a 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, emanata nel 2001, comporta la prescrizione e l'osservanza in Italia di misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali e adottate da tutti i paesi dell'Unione

Europea, che hanno accettato il parere del Consiglio di quest'ultima; infatti, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitavano gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.

In esecuzione della già menzionata Legge quadro, è stato 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 ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, 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;
- il valore di 3  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di ambienti abitativi e scolastici, di aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle quattro ore.

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.

È opportuno ricordare che in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08/07/2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 07/10/2003 la Corte costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli. Successivamente, in esecuzione della Legge 36/2001 e del suddetto D.P.C.M. 08/07/2003, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/05/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della "distanza di prima approssimazione (DPA)" e delle connesse "aree o corridoi di prima approssimazione".

In particolare, si ricorda che con esso sono state date le seguenti definizioni :

- portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento;
- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- 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.  
Inoltre, è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:
- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo e la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

## 1.10 Campi elettrici e magnetici

Un elettrodotto (sia aereo che in cavo) durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla sorgente (conduttore).

Per il calcolo dei campi è stato utilizzato il programma "Cabraizer", in conformità alla norma CEI 211 - 4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici, è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. 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 particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura e la schermatura hanno un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo.**

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- I profili laterali visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in T o kV/m e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.
- Le mappe verticali rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

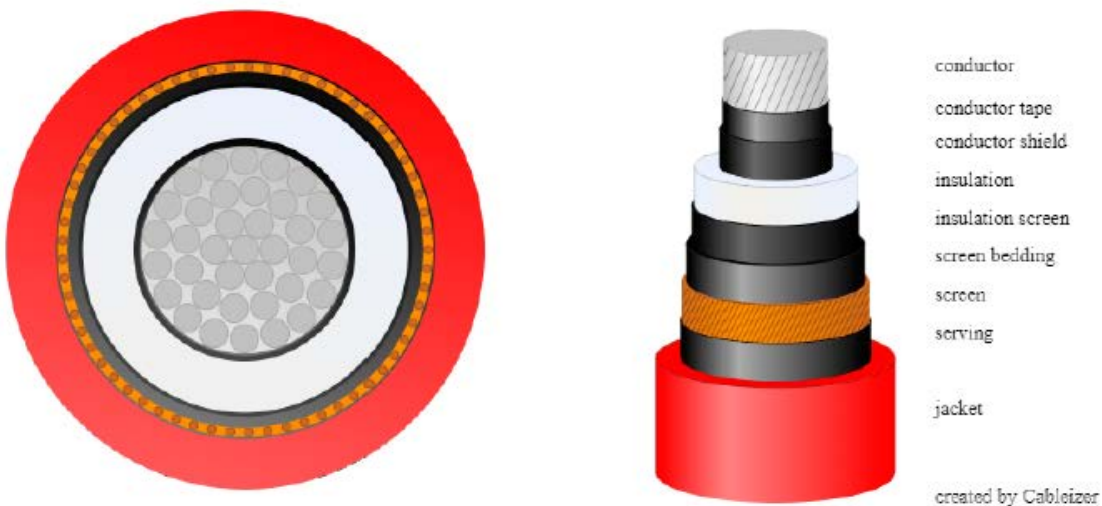
La linea elettrica in cavo interrato non produce campo elettrico per la presenza della guaina metallica collegata a terra e dallo schermo effettuato dal terreno e pertanto vengono illustrati gli andamenti del campo magnetico e solo per le sezioni dove si riscontrano le condizioni

## 1.11 Caratteristiche tecniche della linea

I cavi utilizzati saranno del tipo unipolare ad isolamento solido estruso con conduttori di alluminio, aventi una sezione nominale di 400/240/120 mm<sup>2</sup>: le caratteristiche dei suddetti cavi sono riportate nella figura seguente.

### General Data

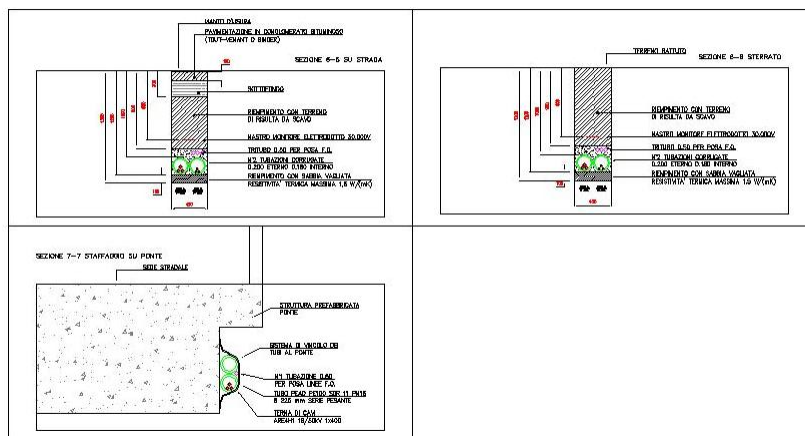
Rated line-to-line voltage	$U_n$	30 kV
Base voltage for tests	$U_0$	18 kV
Highest voltage for equipment	$U_m$	36 kV
Nominal system frequency	$f$	50 Hz
Number of conductors cable	$n_c$	1
Number of phases in a cable	$n_{ph}$	1



L'isolamento sarà costituito da mescola a base di polietilene reticolato (XLPE) o, in alternativa, da mescola elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica (HEPR), qualità G7 rispondente alle norme CEI 20-11 e CEI 20-13: in entrambi i casi la temperatura di esercizio del cavo sarà pari a 90° C.

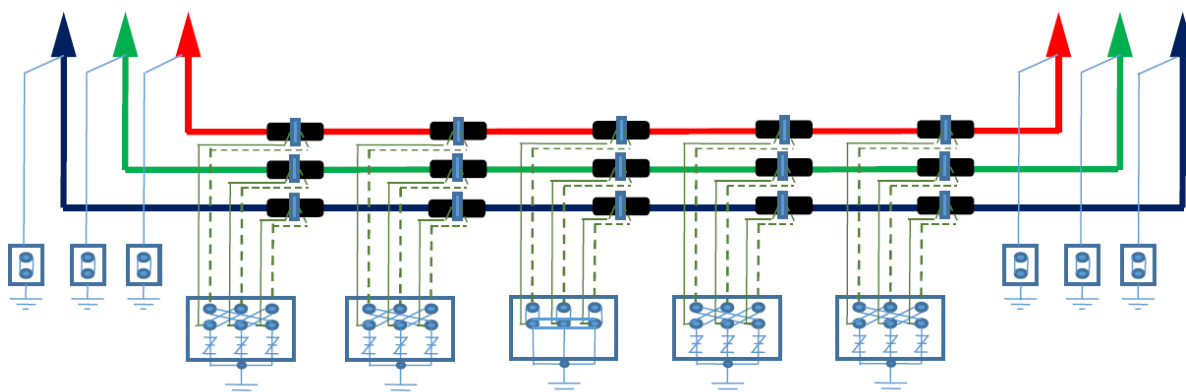
Lo schermo elettrico è in semiconduttore estruso sull'isolante.





Per maggiori dettagli sulle sezioni tipiche di posa visionare il documento PE TAV.06 allegato al presente documento

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,2 m, con disposizione delle fasi a trifoglio e configurazione degli schermi cross bonding.



Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Per evitare danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa, si dovrà tenere conto dello sforzo massimo del cavo e del raggio di curvatura minimo (0,9 m).

In caso di presenza di acqua occorrerà prestare particolare attenzione per evitare che possa entrare acqua o umidità alle estremità dei cavi: dovrà essere effettuata la spelatura del cavo per 30 cm, la sigillatura mediante coni di fissaggio in corrispondenza dell'inizio dell'isolante e la sigillatura mediante calotte termo-restringenti in caso di interrimento del cavo prima della realizzazione di giunzioni o terminazioni.

## 1.14 Andamento del campo magnetico elettrodotto 30 kV

Il campo magnetico è calcolato in base alla legge di Biot-Savart, in cui ogni conduttore di fase è rappresentato da una corrente di filamento che si estende lungo il suo asse. La forza di un campo magnetico è proporzionale alla corrente e diminuisce all'aumentare della distanza dalla sorgente e non è influenzata da terra o edifici, alberi, ecc. I campi magnetici di fasi diverse possono tendere ad aggiungersi o annullarsi a vicenda a seconda della posizione delle fasi e della direzione del flusso di carico.

Con la suddetta geometria di posa e con i valori di massimo carico abbiamo i seguenti andamenti del campo magnetico.

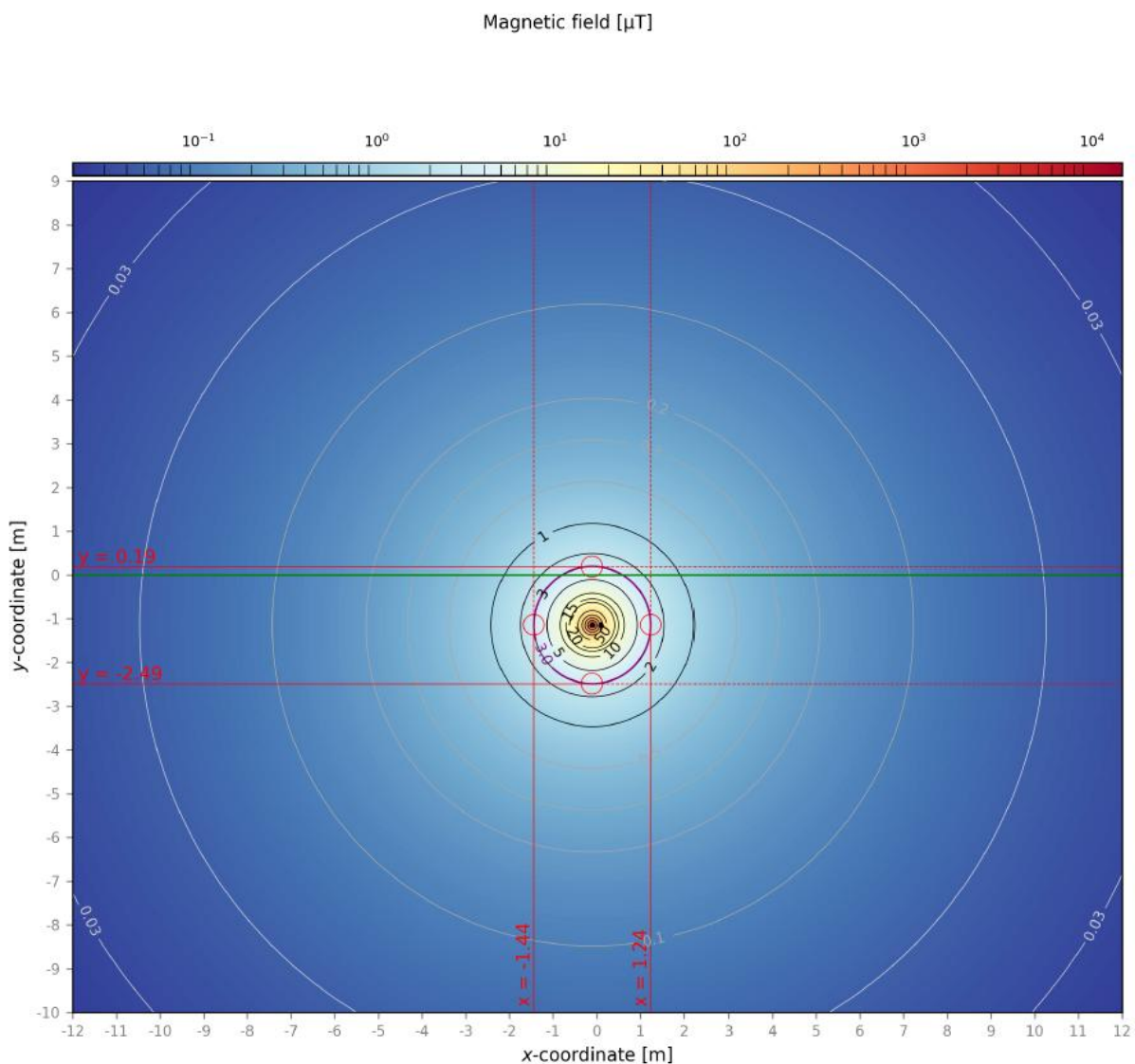


Figura 1 Andamento del campo magnetico per la sezione 1-1

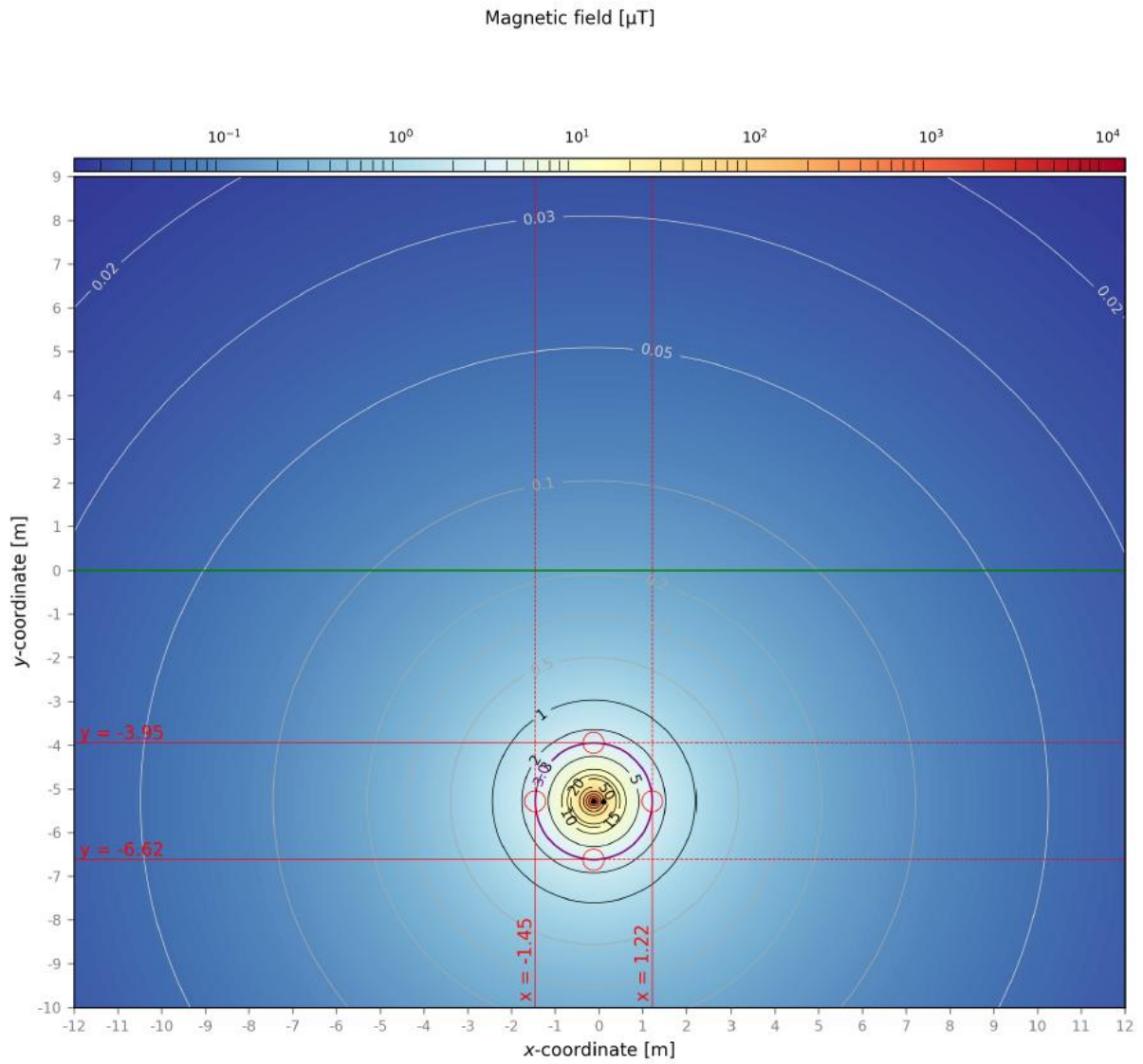
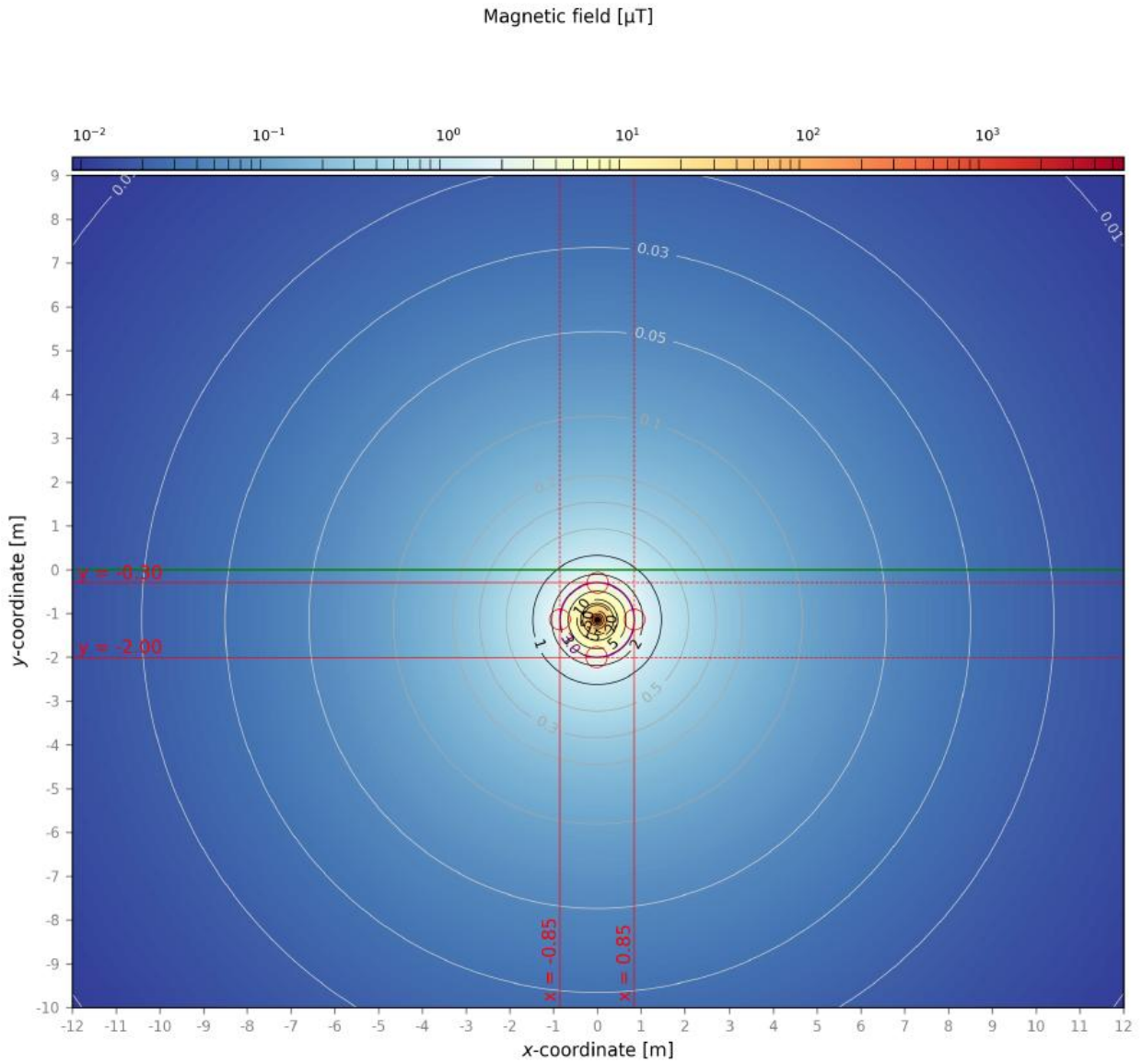


Figura 2 Andamento campo magnetico per la sezione 2-2



*Figura 3 Andamento campo magnetico per la sezione 3-3*

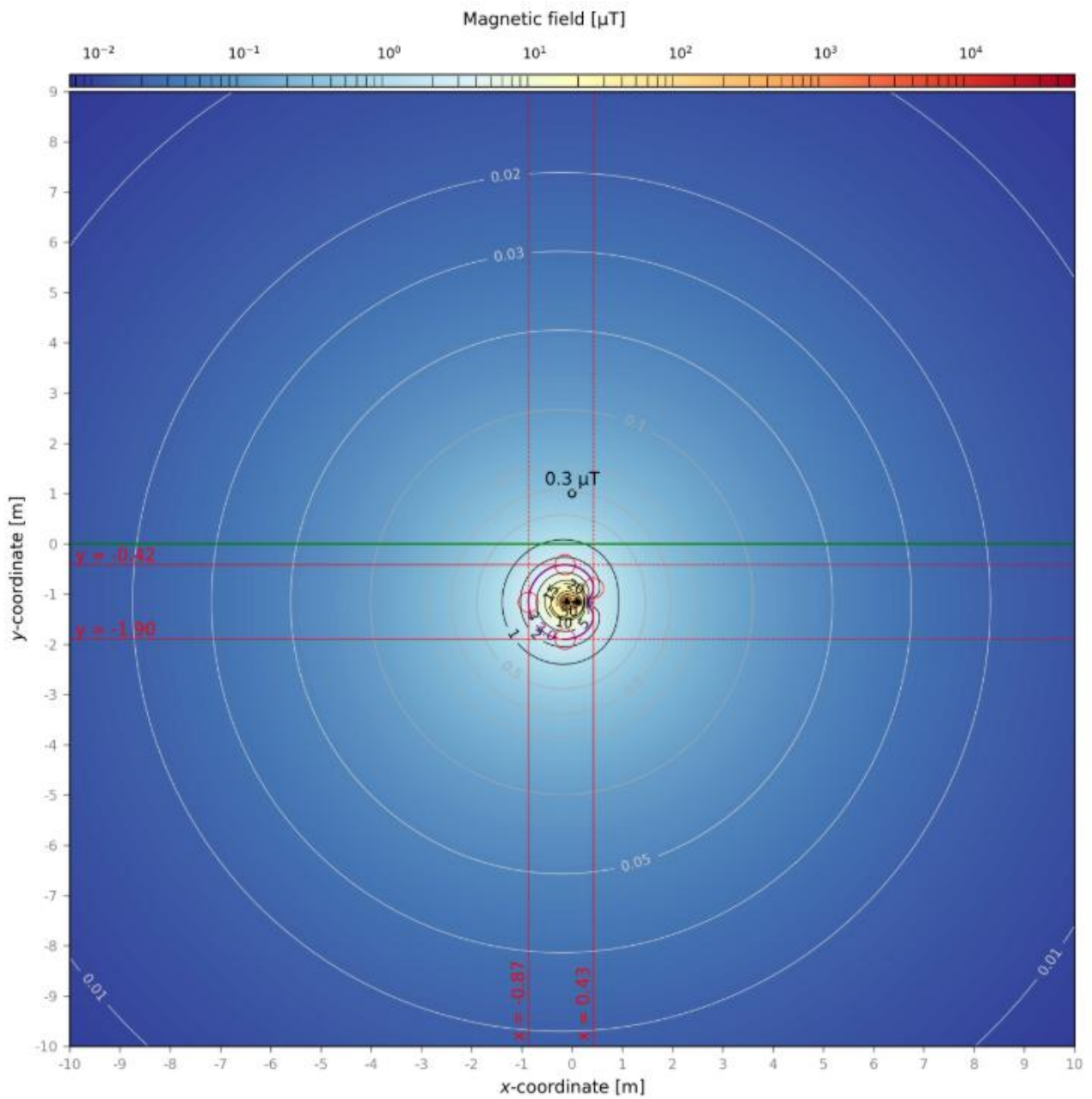


Figura 4 Andamento campo magnetico per la sezione 4-4

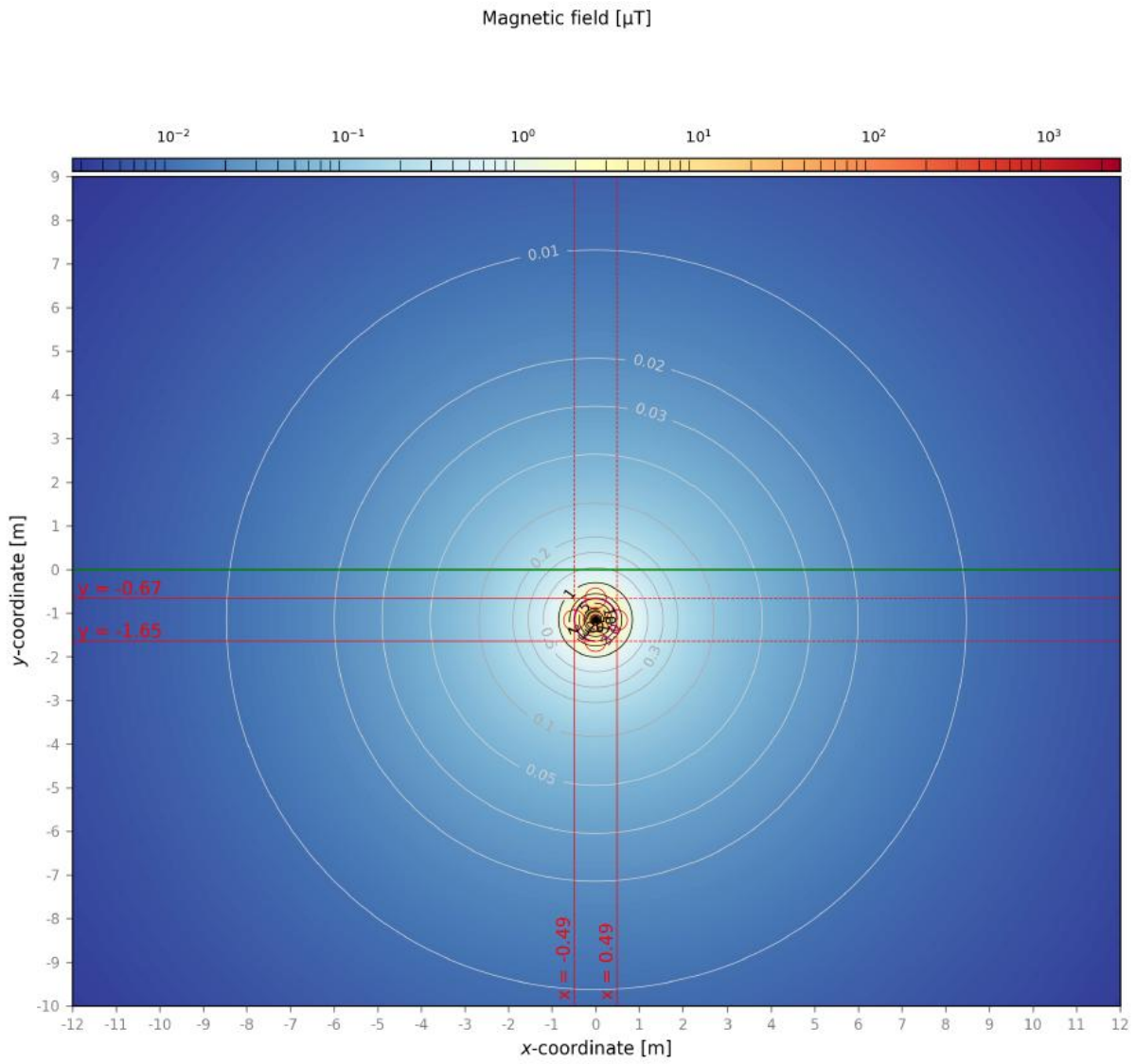


Figura 5 andamento del campo magnetico per la sezione 5-5

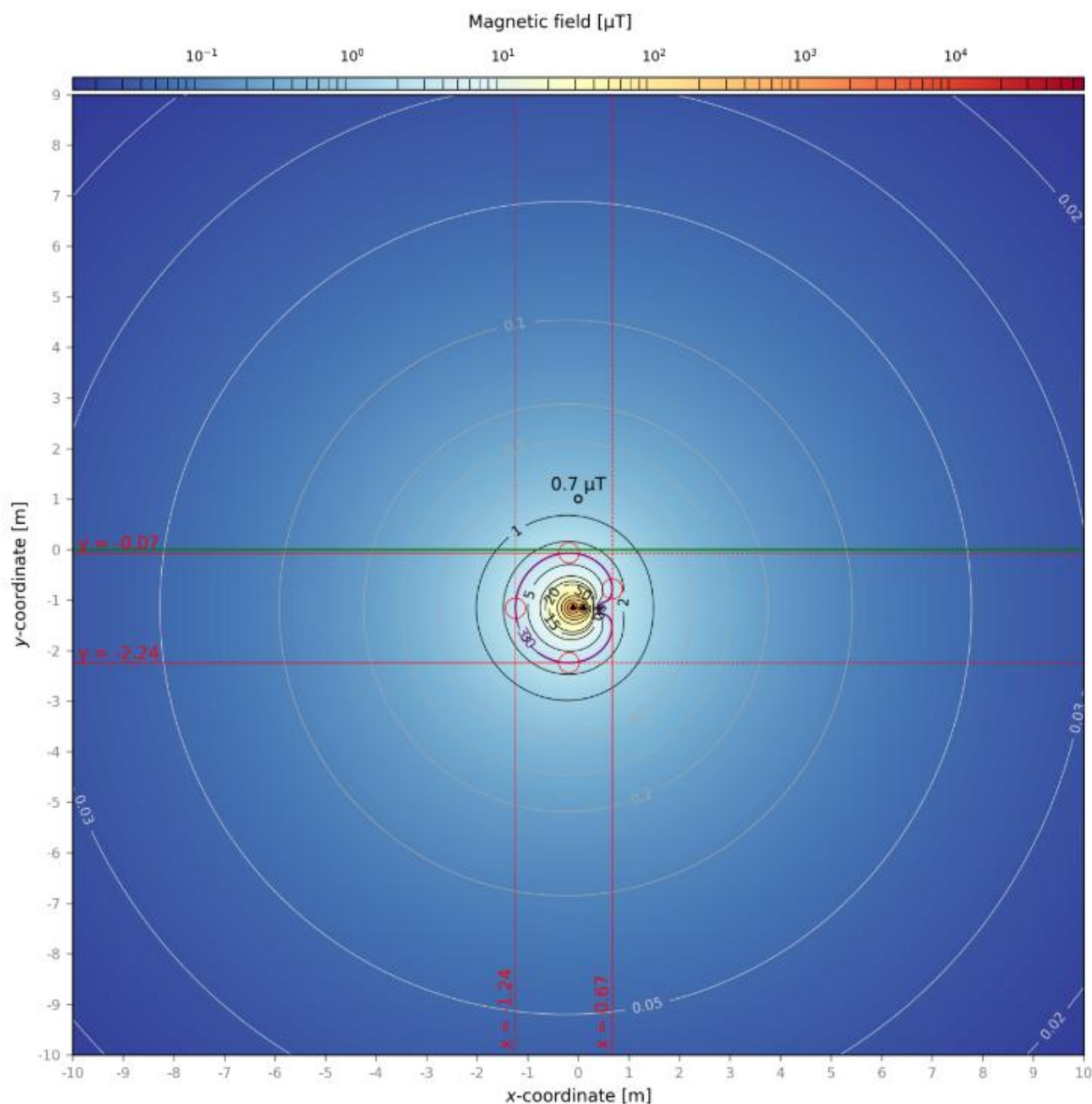


Figura 6 andamento del campo magnetico per la sezione 6-6

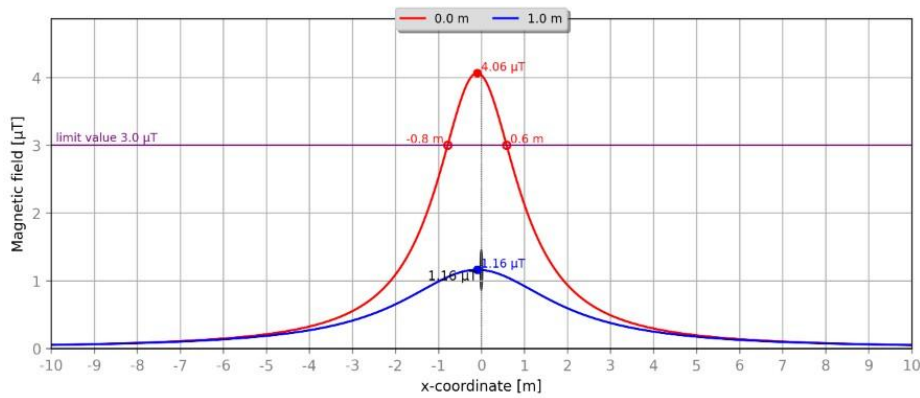
Dal grafico si riscontra che, per le sezioni di posa 2-2/3-3/4-4/5-5/6-6, il limite di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$  del campo magnetico generato dalle linee elettriche è contenuto completamente al di sotto della quota di calpestio, di conseguenza, anche la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a  $3 \mu\text{T}$ ) è contenuta completamente al di sotto della quota di calpestio; pertanto, **per queste tipologie di sezioni non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno.**

In particolare, si evidenzia che:

- per la sezione 4-4 le correnti relative alla linea A e alla linea C scorrono in senso opposto, tale condizione fa sì che i campi magnetici generati dalle singole linee **si sottraggano** e non si sommino
- per la sezione 6-6 le correnti relative alla linea C e alla linea D scorrono in senso opposto, tale condizione fa sì che i campi magnetici generati dalle singole linee **si sottraggano** e non si sommino

Per quanto riguarda la sezione 1-1, il valore di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale  $1,16 \mu\text{T}$  inferiore al limite di esposizione pari a  $100 \mu\text{T}$  e al limite di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ .

Alla quota del piano di calpestio, il valore di campo magnetico ha un picco in prossimità dell'asse geometrico dei conduttori che vale  $4,06 \mu\text{T}$  inferiore al limite di esposizione pari a  $100 \mu\text{T}$  ma superiore al limite di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ .



buffer zone at ground level  
 buffer zone 1 m above the ground  
 buffer zone first approximation distance (DPA)  
 the highest value of  $4.06 \mu\text{T}$  is reached at x-coordinate  $-0.1 \text{ m}$

$-0.8 \text{ m} - 0.6 \text{ m}$   
 the value of  $3.0 \mu\text{T}$  is respected  
 $-2.2 \text{ m} - 1.7 \text{ m}$

Figura 7 Andamento campo magnetico sezione 1-1 con grafico 1D

**Per la sezione 1-1 si rende dunque necessaria la valutazione di una fascia di rispetto in funzione della Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a  $3 \mu\text{T}$ ).**

Di seguito si riporta il tipologico della sezione di scavo 1-1 con evidenza della fascia di rispetto

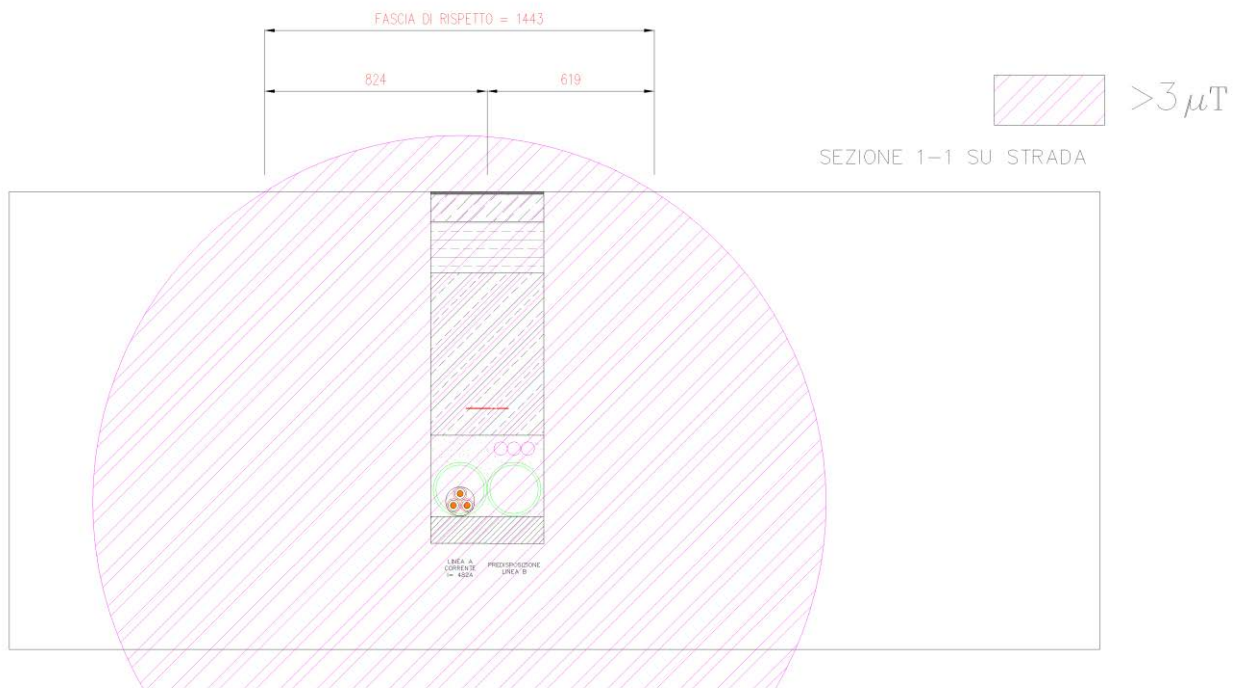


Figura 8 Individuazione delle fasce di rispetto e Dpa sezione 1-1

## 2. CONCLUSIONI

La presente relazione ha valutato le fasce di rispetto per l'elettrodotto serventi i futuri campi fotovoltaici della ditta ENERGIA SOLARE CADEO, ubicato in terreni Comune di Cadeo, avente una potenza in immissione di 25 MW.

L'impianto presenta sezioni funzionanti in corrente continua o a frequenza industriale 50 Hz, con tensioni limitate ad impianti di I categoria (circuiti alimentati a tensione nominale non superiore a 1000 V c.a. e 1500 V c.c), con l'eccezione dello stadio finale di elevazione a 30 kV richiesta per l'immissione nella rete di trasmissione nazionale.

Le parti di impianto assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- Cavidotti per la interconnessione delle cabine trasformazione interne all'impianto con percorso interrato;
- **Cavidotto interrato a 30 kV per la connessione della cabina di raccolta dell'impianto alla cabina elettrica utente in progetto**
- Cavidotto interrato 132 kV per il collegamento della sottostazione utente e alla CP E- distribuzione di Cortemaggiore con percorso interrato;
- Cabine di trasformazione;
- Cabina di raccolta;
- Cabina elettrica utente.

I risultati della presente relazione tecnica specialistica si riferiscono unicamente al **Cavidotto interrato a 30 kV per la connessione della cabina di raccolta dell'impianto alla cabina elettrica utente in progetto, e all'interconnessione delle cabine tra AREA 1 con AREA 2 e tra Area 2 e Area 3**

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

- Per l'elettrodotto 30 kV posato in trincea tra la sottostazione 132kV e la cabina ricezione dell'area 1 è necessario stabilire una fascia di rispetto di 1, 443 m, con Dpa lato Dx di 0,824 m e Dpa lato sinistro di 0,619 entrambe riferite all'asse dell'elettrodotto
- Per l'elettrodotto 30 kV posato in trincea tra la cabina di ricezione area 1 e la cabina ricezione dell'area 2 non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno.
- Per l'elettrodotto 30 kV posato in trincea tra la cabina di ricezione area 2 e la cabina ricezione dell'area 3 non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno.
- Per l'elettrodotto 30 kV posato con scavo in TOC non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno, per qualsiasi linea in progetto

Come si evince dal documento PE TAV.05, all'interno dell'area di prima approssimazione (Dpa) precedentemente calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore.

In conclusione, per quanto sopra esposto e secondo i criteri di valutazione adottati, non sono rilevabili rischi specifici a carico della salute umana attribuibili alla propagazione di campi elettromagnetici. Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, come illustrato nel piano tecnico delle opere di cui fa parte la presente relazione, sono conformi alla normativa vigente.

Il Tecnico  
Bossini Per.Ind. Michele