



# IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE DI CONNESSIONE

## PACIFICO DOLOMITE S.R.L.

POTENZA IMPIANTO 83,19 MW - COMUNE DI NORAGUGUME (NU)

### Proponente

**PACIFICO DOLOMITE S.R.L.**

PIAZZA WALTER VON VOGELWEIDE 8 - 39100 BOLZANO - P.IVA: 03158110217 – PEC: [pacificodolomitesrl@legalmail.it](mailto:pacificodolomitesrl@legalmail.it)

### Progettazione

**Ing. Antonello Rutilio**

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.rutilio@incico.com](mailto:a.rutilio@incico.com)

### Collaboratori

**Ing. Lorenzo Stocchino**

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [l.stocchino@incico.com](mailto:l.stocchino@incico.com)

### Coordinamento progettuale

**SOLAR IT S.R.L.**

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)  
Tel.: +390425 072 257 – email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

### Titolo Elaborato

#### RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTRROMAGNETICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL19	22SOL08_PD_REL19.01-Relazione elettromagnetica.docx	31/07/2024

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	23/12/22	EMISSIONE PER PERMITTING	LBO	MLA	ARU
1	11/23	REVISIONE OSSERVAZIONI REGIONE SARDEGNA	LBO	LST	ARU
2	31/07/24	INTEGRAZIONI MASE	ECA	LBO	ARU



**COMUNE DI NORAGUGUME (NU)**  
**REGIONE SARDEGNA**



**PACIFICO**

# RELAZIONE COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

## INDICE

1. OGGETTO .....	1
2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO .....	1
3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA .....	2
4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF).....	3
5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO .....	3
6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO .....	4
CAMPO FOTOVOLTAICO.....	4
CONTAINER TECNICI (BOX QUADRI ELETTRICI, BOX TRAFI BT/MT) .....	5
ELETTRDOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI INTERFACCIA.....	5
CABINA DI INTERFACCIA .....	10
ELETTRDOTTO INTERRATO MT 30kV DA SW STATION A SOTTOSTAZIONE DI UTENZA (SSU 30/150KV) .....	10
7. CONCLUSIONI .....	15

## 1. OGGETTO

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza pari a 83,19 MW da realizzarsi nel Comune di Noragugume (NU).

I componenti/apparecchi elettrici oggetto del presente studio, in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF) sono:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Cabine inverter e di trasformazione bt/MT;
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra cabina di trasformazione e cabina elettrica (sw station) MT;
- Cabina elettrica MT (sw station);
- Elettrodotto interrato MT da SW Station MT verso sotto stazione elettrica (SSU).

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- Radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di ghz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- Radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di ghz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

- Campi elettromagnetici a bassa frequenza o ELF: (0 - 300 Hz), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer;
- Campi elettromagnetici ad alta frequenza o a radiofrequenza RF: (300 Hz - 300 ghz), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

## 2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Le norme costituenti il quadro normativo vigente in materia di inquinamento elettromagnetico derivante da impianti di trasmissione, trasformazione e distribuzione di energia elettrica a frequenza industriale (50 Hz) sono:

- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n° 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- ✓ Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 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";
- ✓ Decreto ministeriale 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- ✓ DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne;
- ✓ CEI EN 50341-2-13 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia (basati sulla EN 50341-1:2012);
- ✓ CEI EN 50341-1 Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni; Trovano inoltre applicazione ai fini della presente valutazione le seguenti norme tecniche:

- ✓ 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 (2006-02)”;
- ✓ CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche AT/BT”;
- ✓ CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche (2008-09)”;
- ✓ CEI 211-6 Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana (2001-01);
- ✓ CEI 11-17;V2 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”.

### 3. LIMITI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kv/m) e del campo magnetico (100 µt) come Valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- Il valore di attenzione (10 µt) e l’obiettivo di qualità (3 µt) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Nel dettaglio, si riportano le seguenti tabelle con le definizioni ed i limiti di esposizione per basse frequenze:

<b>Limite di esposizione</b>	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
<b>Limite di attenzione</b>	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
<b>Obiettivi di qualità</b>	Limite da rispettare per installazioni future

<b>DPCM 8 luglio 2003 – Basse frequenza (&lt; 100 kHz)</b>		
	<b>Campo elettrico</b>	<b>Induzione magnetica</b>
<b>Limite di esposizione</b>	5000 V/m	100 µT
<b>Valore di attenzione (media 24 h)</b>		10 µT
<b>Obiettivi di qualità (media 24 h)</b>		3 µT

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l’obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all’art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell’allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all’obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione (par. 5.1.3 del Decreto 29 maggio 2008) con l’introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), nel rispetto dell’obiettivo di qualità di 3 µT del campo magnetico.

Le definizioni di DPA e Fascia di rispetto sono, infatti, così definite:

- 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; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le

pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;

Fascia di rispetto: spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T).

#### 4. SORGENTI A BASSA FREQUENZA (ELF)

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videotermini, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca).

Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso:

- Quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica;
- Quelle degli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

Nella situazione in esame si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV, 20 kV e 30 kV per la media tensione, 36, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

#### 5. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico in progetto sarà composto da moduli fotovoltaici al silicio monocristallino, collegati in serie tra loro formando un certo numero di stringhe.

Le stringhe di ciascuna porzione di impianto verranno collegate agli inverter di stringa (convertitori di tensione da continua ad alternata a 800 V), che saranno di tipo outdoor e verranno installati in corrispondenza delle strutture dei tracker.

La lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva.

L'impianto sarà suddiviso in 19 sottocampi, per ognuno di essi sarà realizzata una stazione di trasformazione MT/BT, composta da una fondazione sulla quale saranno posti:

- un box traforato con copertura di dimensioni pari a c.a. 3,20x1,9x3,20 m, atto al contenimento del trasformatore MT/BT 30/0.8Kv da 4.5MVA (n.18) e da 5.4MVA (n.1);

- un box prefabbricato di dimensioni 3x2,5x2,20 m con al loro interno i quadri elettrici, di media e bassa tensione.

In uscita da ciascuna stazione di trasformazione MT/BT diparte una linea interrata in MT (30 kV) che conduce alla cabina elettrica SW Station per la Media Tensione, in cui alloggia il quadro di Media Tensione con installati dispositivi atti alla protezione ed al sezionamento delle linee in arrivo MT.

Dalla SW Station posta in prossimità del perimetro d'impianto, si realizzerà tramite cavidotto interrato MT il collegamento

alla cabina di interfaccia con control room, la quale sarà realizzata con un manufatto in cemento armato vibrato (c.a.v.) di dimensioni 16,45x3,10x4,00 m. Lo spazio all'interno del manufatto sarà organizzato in modo tale da avere un locale per il sezionamento e protezione dei circuiti di media tensione (collocamento del quadro generale di media tensione), un locale dedicato all'installazione del trasformatore di spillamento MT/BT da 100 kVA dedicato all'alimentazione di tutti i servizi a corredo dell'impianto fotovoltaico e necessari alla gestione del sistema, una control room dove tra l'altro saranno posizionati i quadri generale di bassa tensione e l'armadio rack e, infine, un locale ufficio. Il quadro di media tensione collocato all'interno della cabina di interfaccia è l'apparato dove saranno attestate tutte le linee MT provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo e rappresenta il punto di interfaccia dell'impianto con la RTN, su di esso sarà infatti attestata anche la linea di collegamento in uscita dal campo verso la stazione elettrica e saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

L'impianto prevede inoltre un sistema di accumulo che gestirà l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico in modo da poter immettere energia in rete anche durante le ore notturne. Il BESS sarà collegato alla rete attraverso due trasformatori AT/MT in parallelo in condivisione con l'impianto fotovoltaico, con il quale condividerà anche il framework di distribuzione in MT. La tecnologia di accumulatori (batterie al litio) è composta da celle elettrochimiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente.

Il sistema di batterie è costituito da n. 32 celle con tecnologia LFP Lithium Iron Phosphate collegate tra loro in serie e parallelo per costituire il modulo che a sua volta è collegato in serie per costituire i rack ad 11, 13 o 15 moduli. Alle celle è accoppiato un sistema di gestione e bilanciamento BMS (Battery Management System).

L'impianto prevede 6 moduli da 3,5 MW, con una capacità di immagazzinare 4 ore per un totale di 84 MW/h di energia immagazzinata dell'intero sistema.

## 6. CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE PER I COMPONENTI IN PROGETTO

Le apparecchiature elettriche presenti in impianto, sorgenti di campo elettromagnetico, sono le seguenti:

- Campo Fotovoltaico (moduli fotovoltaici);
- Campo Storage (container batterie);
- Inverter di stringa;
- Stazione di trasformazione MT/BT;
- Elettrodotti interrati di media tensione (MT) tra stazione di trasformazione e cabina elettrica (sw station) MT;
- Cabina elettrica MT (SW Station);
- Elettrodotto interrato MT da cabina elettrica SW Station verso Sottostazione elettrica Utente.

Di seguito, le analisi ed i calcoli per ciascuna sorgente.

### CAMPO FOTOVOLTAICO

Il campo fotovoltaico risulta formato dall'insieme delle stringhe di moduli fotovoltaici, dalle string-box e dai rispettivi cavi elettrici in c.c. (tipo H1Z2Z2-K) che conducono all'ingresso inverter (di stringa).

Considerato che:

- Tale sezione di impianto ha un funzionamento in corrente continua (0 Hz);
- Nel caso di una buona esecuzione delle opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo (da uscita quadri stringa ad inverter) sono molto distanti dai confini dell'impianto (almeno 30 m)

si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo elettromagnetico.

### CONTAINER TECNICI (BOX QUADRI ELETTRICI, BOX TRAFI BT/MT)

La Distanza di Prima Approssimazione di ciascuna cabina di trasformazione bt/MT presente nell'impianto è calcolata, essendo simile alle cabine di tipo box, sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 (par. 5.2.1) ottenuta applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

- I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];
- x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è massimo di 5.400 kVA, la corrente nominale lato BT (tensione lato BT di 800 V) sarà pari a 4.107 A massimo.

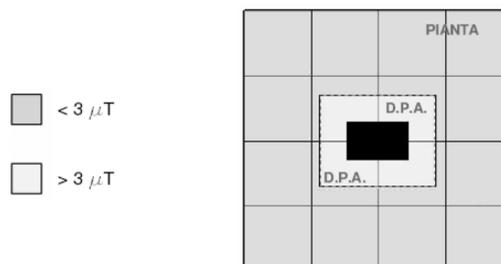
La sezione del cavo BT (tipo FG16R16) prevista è: 10x(3x1x240) mm<sup>2</sup>, ossia 10 cavi per ciascuna fase.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 240 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 30.2 mm (0,0302 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 288.0 mm (0.288 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.288)^{0.5241} \cdot \sqrt{4.107} = 13.66 \text{ m}$$

Considerato che l'algoritmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al mezzo metro superiore, risulta che DPA=14 m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.



Si specifica, come tali ambienti (cabinati tecnici) sono aree di accesso esclusivo agli operatori tecnici che saltuariamente vi accederanno per limitati periodi temporali (inferiore a 4 h/gg) per esigenze connesse con la manutenzione e la gestione dell'impianto. Inoltre, la zona in cui l'induzione magnetica supera il valore di 100  $\mu\text{T}$ , è confinata esclusivamente all'interno del box trasformatore ed in prossimità dei quadri MT siti nel box adiacente, i quali sono accessibili al personale solo in assenza di tensione.

Non vi saranno, né all'interno delle fasce di rispetto individuate, né nelle immediate vicinanze luoghi destinati alla permanenza di persone per oltre 4 ore/giorno e non vi saranno nelle immediate vicinanze aree accessibili a persone diverse degli addetti professionalmente esposti.

Il perimetro dell'impianto fotovoltaico risulterà infatti dotato di recinzione.

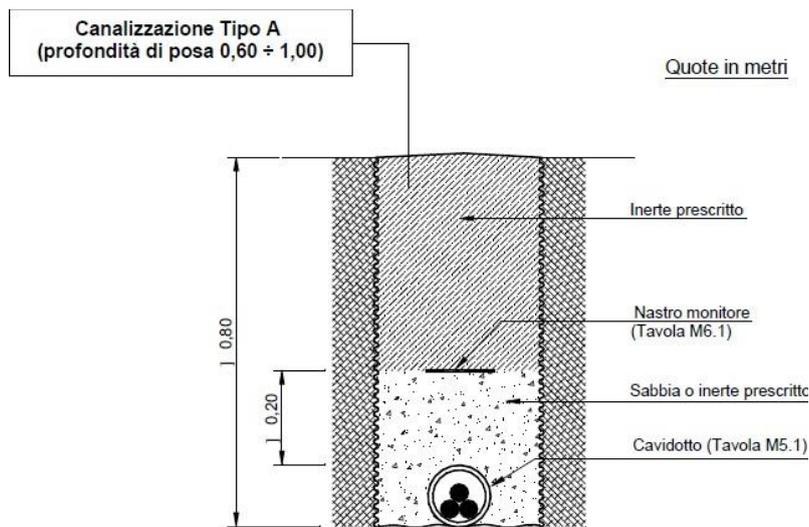
### ELETTRODOTTO MT TRA CABINA DI TRASFORMAZIONE E CABINA DI INTERFACCIA

Tra ciascuna cabina di trasformazione bt/MT e la cabina d'interfaccia sarà presente un elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo tipo RG16H1R12 26/45 kV. con sezione 3x1x185 mm<sup>2</sup> (con posa a trifoglio).

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione dell'elettrodotto in oggetto, si prevede l'adozione di cavo con sez. 3x1x185 mmq, in accordo alle norme CEI 20-13e CEI 20-16, costituito da:

- ✓ conduttore in rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2,
- ✓ mescola di gomma ad alto modulo G16,
- ✓ schermo metallico in fili di rame rosso con nastro di rame controspirale,
- ✓ guaina di separazione in mescola pvc, qualita R12,
- ✓ colore rosso.

La profondità di interramento, su area agricola, sarà minima ad 1.00 m dall'estradosso superiore del tubo (canalizzazione di tipo A).



Le direttive per il rispetto tra le distanze di posa minime sono state rispettate in fase di progetto come da CEI 11-27.

La tipologia di cavidotti presenti nell'impianto prevede all'interno del campo fotovoltaico l'utilizzo prevalente di cavi unipolari posati a trifoglio, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Nel calcolo, relativo al solo elettrodotto MT 30KV, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la portata massima: adottando la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di 1,0 m e considerando una resistività termica del terreno di 1 K\*m/W, il valore di portata è pari a circa 440 A, valore adottato per il calcolo. Si è inoltre considerato la configurazione dell'elettrodotto in assenza di schermature, con il campo magnetico calcolato al suolo.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

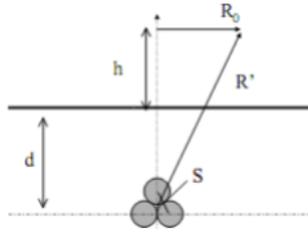
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a 3 μT.

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0.286 \cdot \sqrt{S} \cdot I \text{ (m)}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:440



Pertanto, ponendo:

$S = 0.047$  m (uguale al diametro esterno del cavo pari a 47 mm)

$I = 440$  A

Si ottiene:

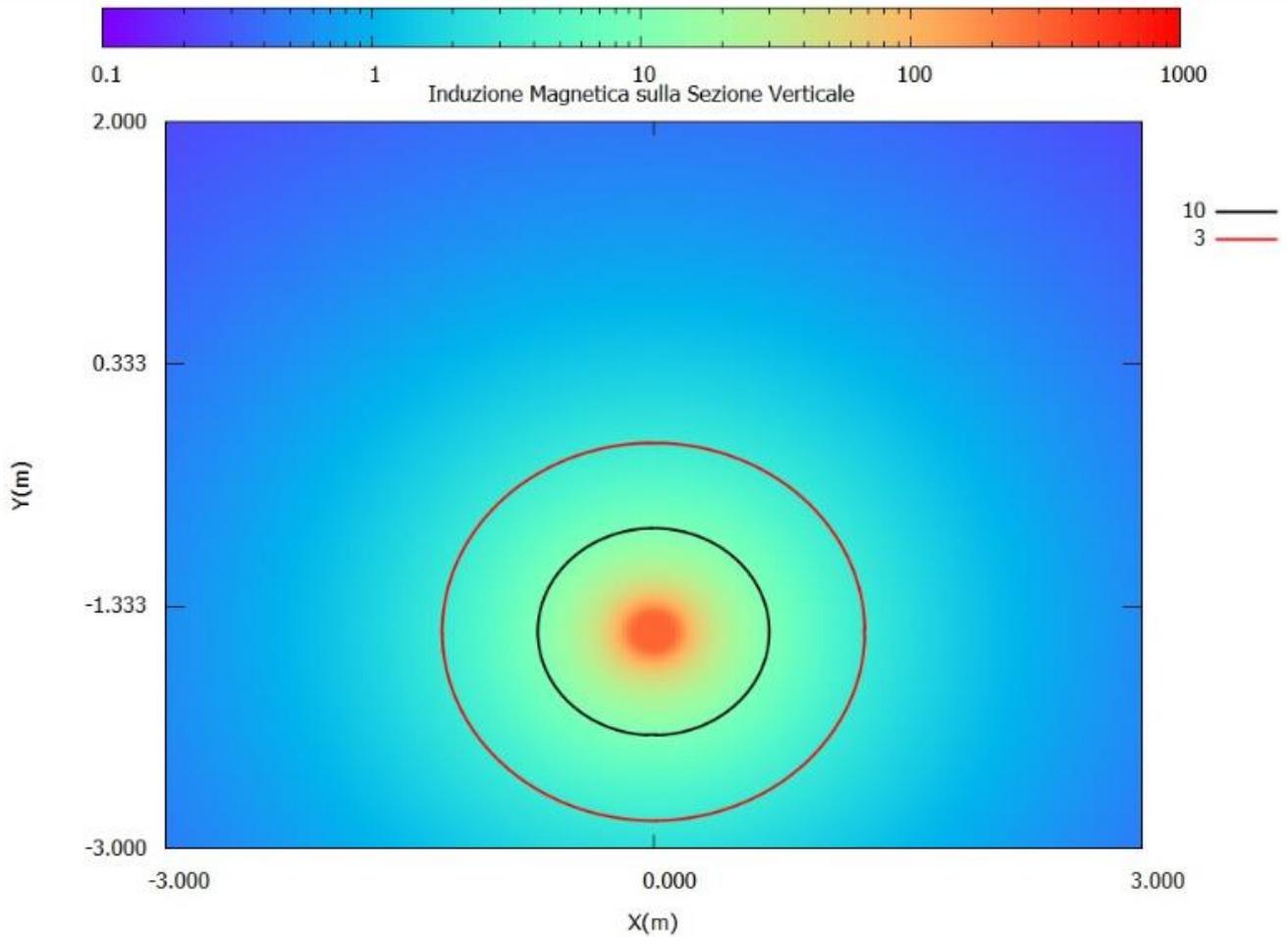
$R' = 1.30$  m

che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 2 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

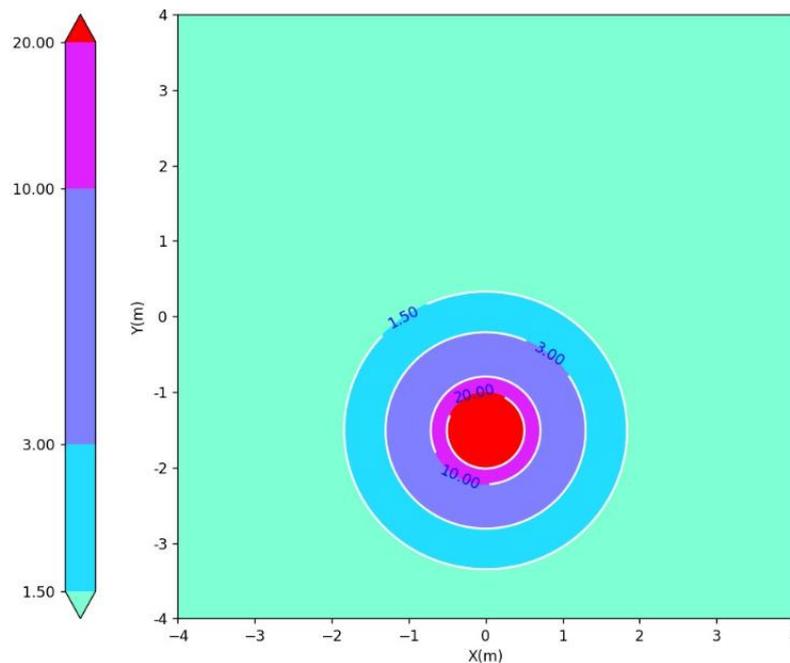
Di seguito, esempio di canalizzazione su intervento similare (terreno agricolo):



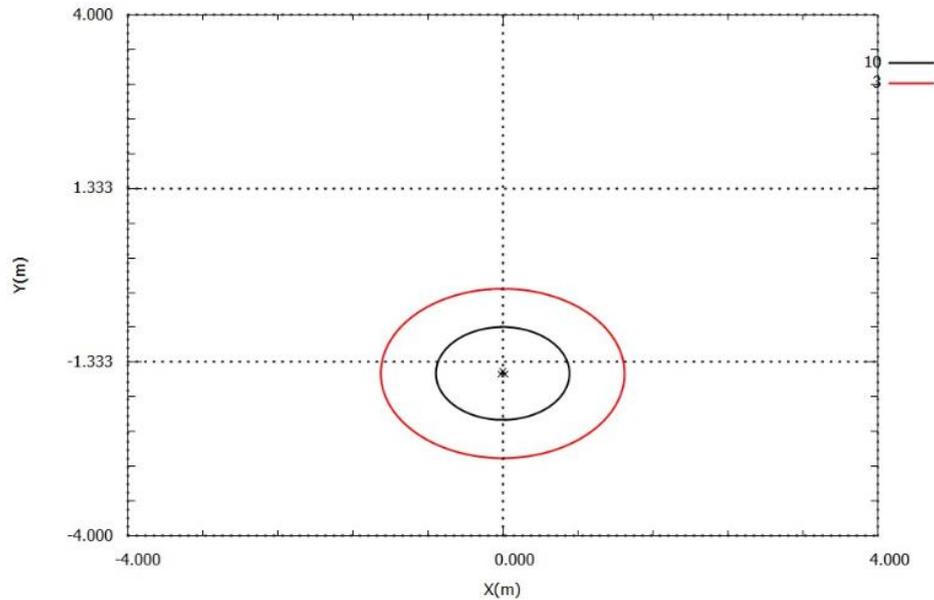
Per quanto riguarda il calcolo, si è ricorso al software BE CALC della società StudiIngSapone.



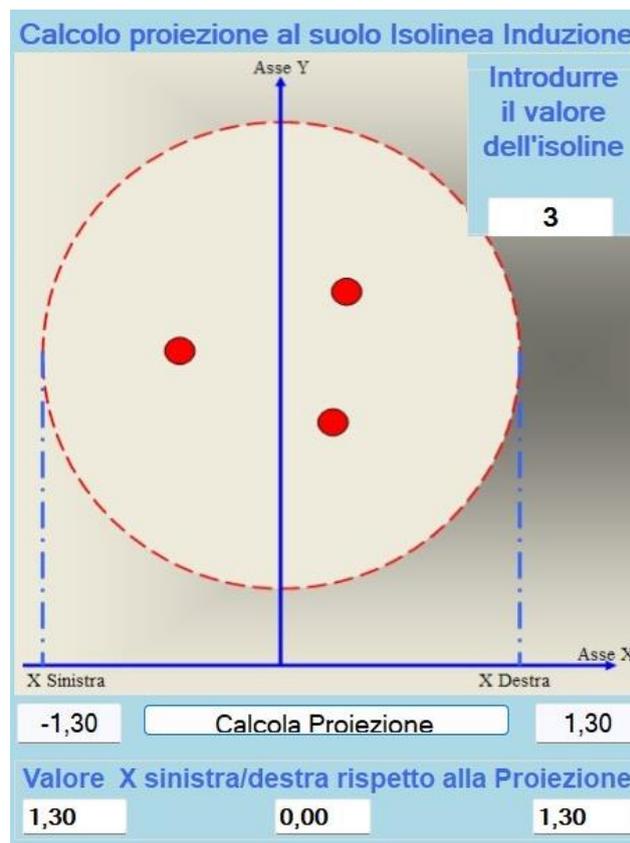
Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta da cavo MT 3x1x185 mmq



Induzione magnetica (micro Tesla) su Piano Verticale



Isolinee dell'Induzione Magnetica su una sezione verticale



Proiezione al suolo Isolinea dell'Induzione Magnetica

Si ottiene quindi:

$$DPA = 1,30 \text{ m}$$

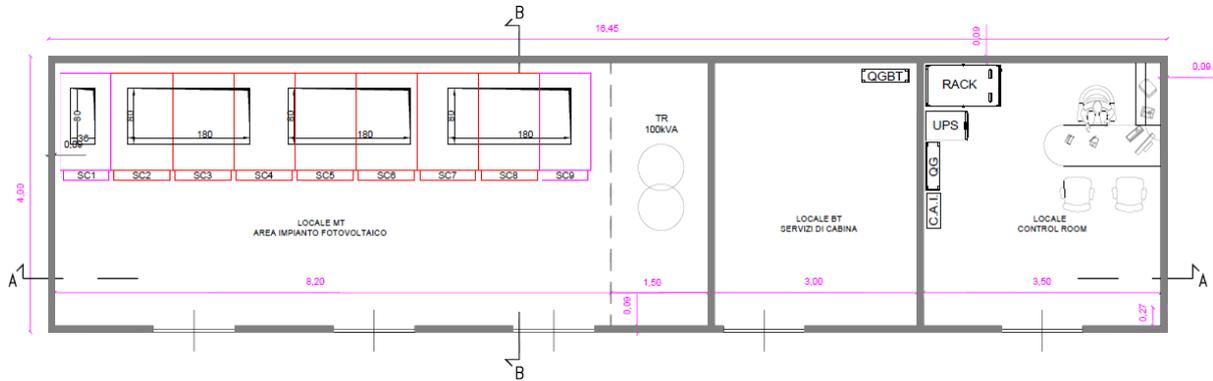
che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 2 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

### CABINA DI INTERFACCIA

La cabina elettrica d'interfaccia che raccoglie l'energia elettrica proveniente dal campo (da cabine bt/MT) risulta del tipo "a box", realizzata con elementi prefabbricati in c.a.v.

In essa sarà presente, oltre agli scomparti MT, n.1 trasformatore MT/bt (30/0.4 kV) (potenza nominale 100 kVA) per consentire l'alimentazione dei servizi ausiliari all'impianto (illuminazione, prese, ventilatori, condizionamento, circuito telecamere, allarme, centralina rivelazione fumi).



Applicando la seguente formula:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

in cui:

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore – lato BT) [A];

x = diametro reale (conduttore+isolante) dei cavi in uscita dal trafo – lato BT [m];

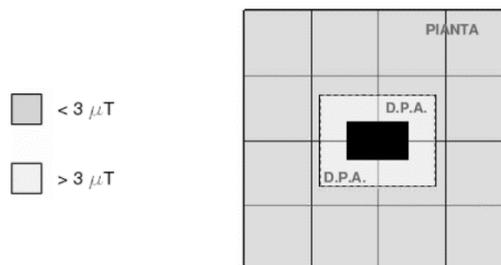
Considerato che la potenza nominale del trasformatore bt/MT installato è di 100 kVA, la corrente nominale lato BT sarà pari a 160 A.

Considerando la sezione del cavo BT (tipo FG16R16 o similare) 50 mmq, con un diametro esterno del singolo conduttore 16.4 mm (0,0164 m), risulta un diametro totale del cavo (x) = 82.2 mm (0.0822 m).

Sostituendo i valori:

$$DPA = 0.40942 \cdot (0.0822)^{0.5241} \cdot \sqrt{160} = 1.39 \text{ m}$$

Considerato che l'algorithmo proposto dal DM 29/5/2008 prevede l'arrotondamento al metro superiore, risulta che DPA=2m, da intendersi come distanza dal filo esterno del container.



### ELETTRODOTTO INTERRATO MT 30kV DA SW STATION A SOTTOSTAZIONE DI UTENZA (SSU 30/150KV)

Dalla SW Station presente al perimetro dell'impianto diparte l'elettrodotto MT (30 kV) interrato in cavo tipo RG16H1R12 26/45 kV che conduce alla sottostazione di utenza SSU 30/150kV distante circa 5.4km.

Secondo quanto previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata da TERNA relativa alla modalità di connessione dell'impianto alla rete, prevede un collegamento in antenna a 150 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN 220/150 kV denominata "Ottana".

A favore di sicurezza, per contenere la caduta di tensione della linea (30 kV), si prevede l'adozione di cavo con sezione 3(3x1x630) mmq (con posa a trifoglio) in accordo alle norme CEI 20-13e CEI 20-16, costituito da:

- ✓ conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso;
- ✓ mescola speciale di gomma ad alto modulo di qualità G16;
- ✓ schermo metallico in fili di rame rosso;
- ✓ guaina termoplastica speciale di qualità G16, colore rosso;
- ✓ colore rosso.

Nel caso di cavi MT, la situazione impiantistica più diffusa è rappresentata da una terna di cavi unipolari posati ad una profondità di circa 1,0÷1,5 m.

I cavi possono essere posati in piano distanziati di circa 0,15-0,25 m, ovvero a contatto in piano o ai vertici di un triangolo equilatero (posa a "trifoglio").

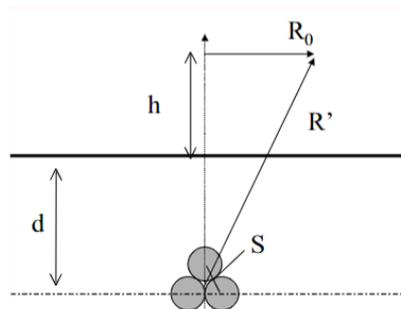
Le direttive per il rispetto tra le distanze di posa minime sono state rispettate in fase di progetto come da CEI 11-27. La tipologia di cavidotti in uscita dall'impianto prevede l'utilizzo prevalente di cavi unipolari posati a trifoglio, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17,V2.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo, inoltre il cavidotto in oggetto sarà in posa interrata.

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Nel calcolo, relativo al solo elettrodotto MT 30KV, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, sono stati presi in considerazione i seguenti parametri:

- ✓ la posa dei cavi a trifoglio ad una profondità di circa 1.2 m;
- ✓ una resistività termica del terreno di 1 K\*m/W,
- ✓ il valore limite di portata del conduttore è pari a circa 835 A.



*Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)*

A titolo altamente cautelativo si prenderà in considerazione come valore di corrente "I", la somma della portata massima dei cavi, in questo caso quindi  $835+835+835 = 2.505A$

La formula semplificata da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0.286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ (m)}$$

Pertanto, ponendo:

$S = 0.073 \text{ m}$  (diametro esterno del cavo pari a 64 mm)

$I = 2.505 \text{ A}$  (limite di portata per n.3 cavi).

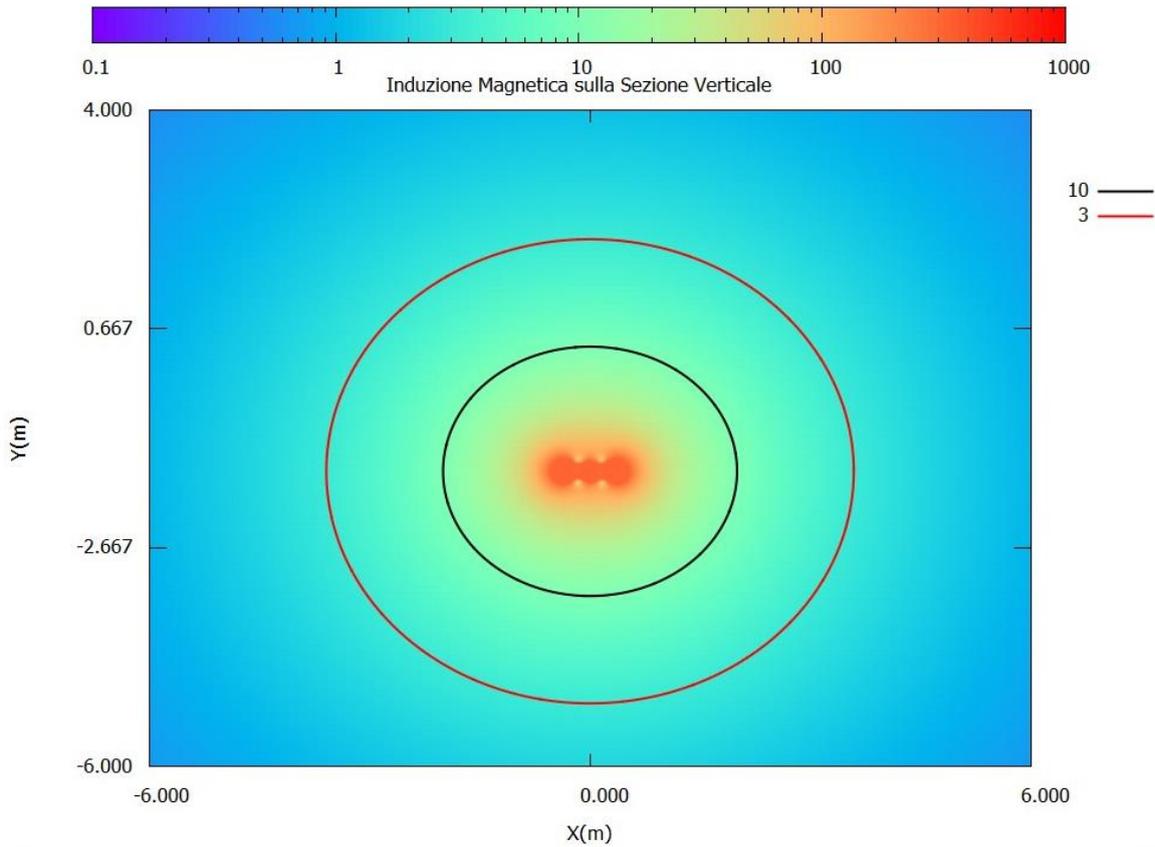
Si ottiene:

$$R' = 3.86 \text{ m}$$

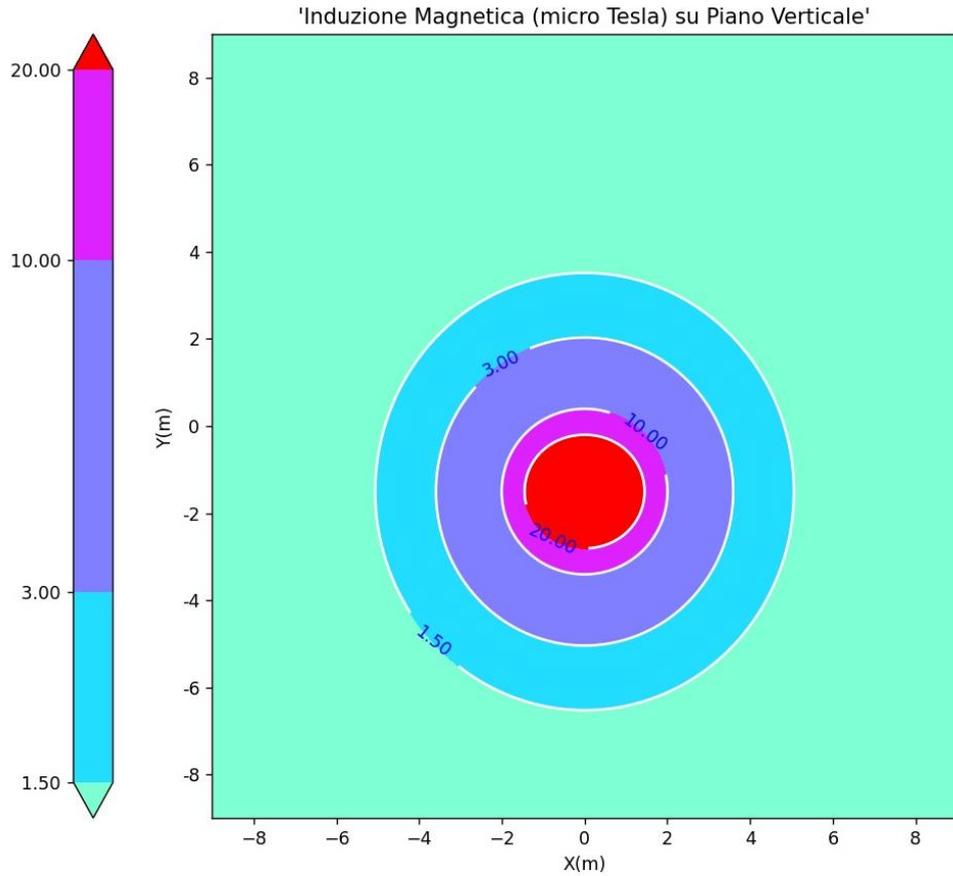
che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 4 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

A favore di sicurezza si è deciso di modellare l'elettrodotto MT (30kV), costituito da 3 terne in cavo da 3x(3x1x630) mmq, mediante il software BE CALC della società StudiIngSapone.

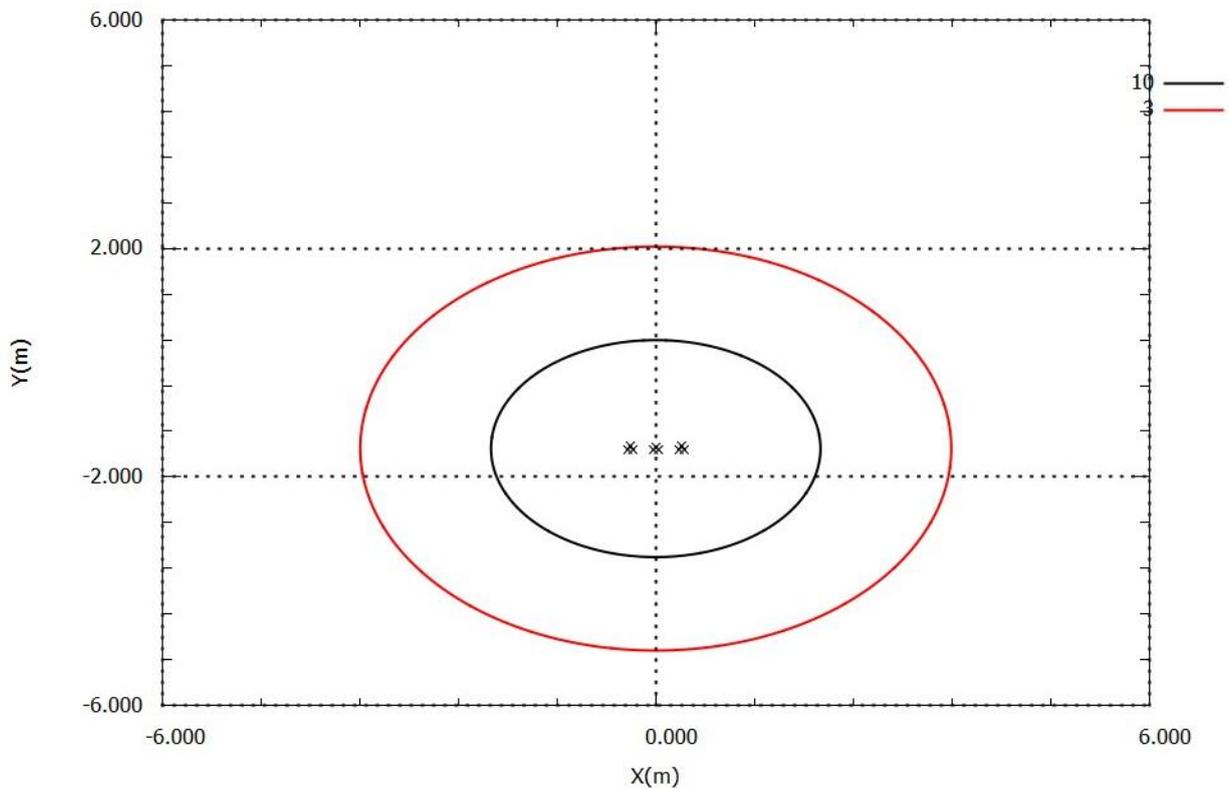
Il risultato viene, di seguito, proposto.



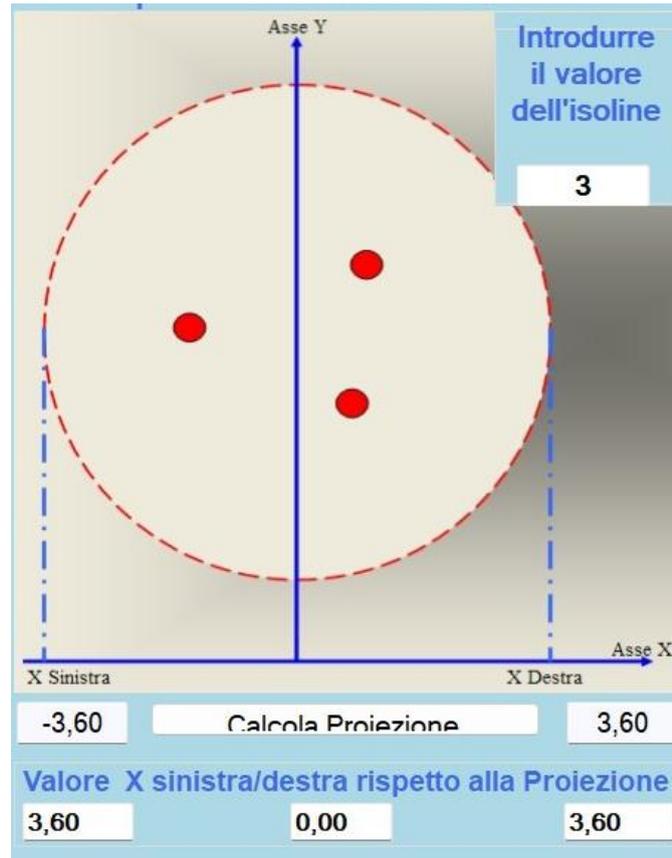
Curve isolivello dell'induzione magnetica prodotta da n. 3 terne 3(3x1x630) mmq



Induzione magnetica (micro Tesla) su Piano Verticale



Isolinee dell'Induzione Magnetica su una sezione verticale



Proiezione al suolo Isolinea dell'Induzione Magnetica

Si ottiene quindi:

$$DPA = 3.60 \text{ m}$$

che arrotondato al metro, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 4 m per parte, rispetto all'asse del cavidotto.

Non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

## 7. CONCLUSIONI

Sulla base dell'analisi condotta e dei risultati emersi si può concludere quanto segue:

- I valori di campo magnetico indotto dai cavidotti interrati in MT risultano contenuti e tale per cui la fascia di rispetto ha ampiezza massima di 4 m da asse cavo;
- La Distanza di Prima Approssimazione (D.P.A.) calcolata per i cabinati di trasformazione BT/MT e per la cabina Media Tensione, compresa l'approssimazione per eccesso, risulta pari al massimo a 14,00 m da considerarsi dal filo esterno del cabinato.

L'area compresa all'interno della fascia di rispetto non comprende luoghi destinati alla permanenza di persone per più di 4 ore/giorno e sarà accessibile per esigenze di manutenzione, saltuariamente e per limitati periodi di tempo ai soli soggetti professionalmente esposti.