



# CITTA' DI VILLALBA

REGIONE SICILIA

## IMPIANTO AGROVOLTAICO "VILLALBA"

della potenza di 40,00 MW in immissione e 41,12 MW in DC

### PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



**Theia srl**

THEIA s.r.l.  
Via V. Gioberti, 11  
76123 Andria (BT)  
P.IVA: 08422280720  
Tel: +39 0883 553714  
Email pec: theia\_srl@pec.it

PROGETTAZIONE:



TÈKNE srl  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi



# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Tavola: **RE10**

Filename:  
TKA616-PD-RE10-Relazione CEM-R0.pdf

Data 1°emissione: <b>Dicembre 2021</b>	Redatto: GUZZO FOLIARO, COSTABILE, MERINGOLO	Verificato: G.PERTUSO	Approvato: R.PERTUSO	Scala:	Protocollo Tekne:
n° revisione	1				<b>TKA616</b>
2					
3					
4					

## *Sommario*

<b>1</b>	<b><i>Introduzione</i></b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b><i>Quadro normativo</i></b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b><i>Campo elettrico</i></b> .....	<b>4</b>
	<b>3.1</b> <i>Linee AT e stazione MT/AT</i> .....	<b>4</b>
	<b>3.2</b> <i>Cavidotti</i> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b><i>Campo magnetico</i></b> .....	<b>5</b>
	<b>4.1</b> <i>Base teorica generale</i> .....	<b>5</b>
	<b>4.3</b> <i>Linee in cavo a 36 kV</i> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b><i>Conslusioni</i></b> .....	<b>199</b>

## 1 Introduzione

THEIA S.R.L. propone di realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte SOLARE, sito nel Comune di Villalba (CL) costituito da un totale di 2764 stringhe da 24 moduli, per un totale di 66336 moduli fotovoltaici, pari ad una potenza di 620 Wp cadauno per una potenza totale complessiva installata di 41,128 MWp.

La presente relazione riguarda la valutazione dei campi elettrici e magnetici per l'impianto di produzione sopra descritto.

Si è proceduto a verifica di calcolo, per caratterizzare l'esposizione umana ai campi magnetici associabili alle varie opere da realizzarsi in merito alla connessione dell'impianto di produzione.

L'energia prodotta dall'impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione in AT, in base alle condizioni definite dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) e le prescrizioni redatte dalla società TERNA S.p.a

## 2 Quadro normativo

- Legge Quadro 22.02.2001 n.36 (LQ 36/01) *“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*;
- DPCM 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”*;
- DM 29.05.2008 n.156 *“Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree”*;
- CEI 11-17 *“impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo”*;
- CEI 106-11 *“Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 08.07.2003 art. 6”*;
- CEI 211-4 *“Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche”*.

La Legge Quadro 22/02/01 n° 36 (LQ 36/01) *“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”* è la normativa di riferimento che regola, in

termini generali, l'intera materia della protezione dai campi elettromagnetici negli ambienti di vita e di lavoro.

Il DPCM 08/07/03 "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" (GU n. 200 del 29/08/03) ai sensi della LQ 36/01, art. 4 comma2, fissa i limiti di esposizione per la protezione della popolazione dai campi elettrico e magnetico ed il valore di attenzione e l'obiettivo qualità dell'induzione magnetica generati a 50 Hz dagli elettrodotti:

	Campo elettrico [kV/m]	Induzione magnetica [ $\mu$ T]
Limite di esposizione	5	100
Valore di attenzione	-	10
Obiettivo di qualità	-	3

Il limite di esposizione è il valore di campo elettrico e di campo magnetico da non superare in nessuna condizione di esposizione.

Il valore di attenzione per l'induzione magnetica, introdotto come misura di cautela per la protezione dai possibili effetti a lungo termine, si applica alle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.

L'obiettivo di qualità per l'induzione magnetica, introdotto al fine della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi, si applica nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore, nonché nella progettazione dei nuovi insediamenti e nelle nuove aree in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti sul territorio.

Le fasce di rispetto degli elettrodotti, previste al par. 5.1.1. della LQ 36/01, devono essere determinate in base all'obiettivo qualità di 3  $\mu$ T in corrispondenza della *portata in corrente in servizio normale* dell'elettrodotto (art. 6, comma 1, del DPCM 08/07/03) che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio per gli

elettrodotti con tensione superiore a 150 kV ed alle Regioni per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. E' stato chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque far riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea. La *portata in corrente in servizio normale* è, per le linee aeree con tensione > 100 kV, calcolata ai sensi della norma CEI 11-60, mentre per le linee in cavo è la portata in regime permanente definita dalla norma CEI 11-17.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è stata definita con il DM 29/05/08 " *Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*" (SO n°160 alla GU n°156 del 05/07/08).

Il DPCM 08/07/03 prescrive che il proprietario/gestore comunichi alle *autorità competenti* l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il loro calcolo. Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere basato sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea nella campata in esame e deve tener conto della presenza di altri elettrodotti che ne modifichino il risultato.

Tale metodologia prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

### **3 Campo elettrico**

#### **3.1 Linee AT e stazione MT/AT**

Il campo elettrico prodotto da una linea è proporzionale alla tensione di linea. Considerando che per una linea di 400 kV si ottiene un valore 4 kV/m prossimo al limite di 5 kV/m, quello emesso dalla linea a 150 kV e dalle sbarre a 36 kV risulta essere molto minore dei limiti di emissione imposti dalla normativa. In particolare il valore tipico associato ad una linea a 150 kV è minore di 1 kV/m.

Per quanto concerne il campo elettrico nelle stazioni elettriche, i valori massimi si presentano in corrispondenza delle uscite delle linee AT con punte di circa 12 kV/m che si riducono a meno di 0,5 kV/m già a circa 20 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

### 3.2 Cavidotti

Il campo elettrico generato dal cavidotto MT e AT ha valori minori di quelli imposti dalla Normativa.

Questa affermazione deriva dalle seguenti considerazioni:

- i cavi utilizzati sono costituiti da un'anima in alluminio (il conduttore elettrico vero e proprio), da uno strato di isolante + semiconduttore, da uno schermo elettrico in rame, e da una guaina in PVC/XLPE. Lo schermo elettrico in rame confina il campo elettrico generato nello spazio tra il conduttore e lo schermo stesso,
- il terreno ha un ulteriore effetto schermante,
- il campo elettrico generato da una installazione a 36 kV o 150 kV è minore di quello generato da una linea, con conduttore non schermato (corda), a 400 kV, il quale è minore ai limiti imposti dalla legge.

Non si effettua quindi un'analisi puntuale del campo generato ritenendolo trascurabile.

## 4 Campo magnetico

### 4.1 Base teorica generale

La radiazione elettromagnetica è prodotta da cariche elettriche in movimento. Ogni sistema alimentato elettricamente produce un campo elettromagnetico, anche se con intensità che possono essere estremamente basse. Una delle grandezze vettoriali che caratterizza il fenomeno è l'induzione magnetica.

L'induzione magnetica **B** in un punto **P** prodotta da un conduttore lineare di lunghezza infinita è espressa tramite la legge di Biot e Savart:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} \text{ [T]}$$

Essendo:

B induzione magnetica [Tesla = T = Wb / m<sup>2</sup>]

$\mu_0$  permeabilità magnetica nel vuoto, pari a  $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$  H/m

I corrente elettrica percorrente il conduttore espressa in Ampere [A]

r distanza radiale "r" del punto P dal conduttore [m]

Ne deriva che l'induzione magnetica assume la seguente forma:

$$B = \frac{2 \cdot I \cdot 10^{-7}}{r}$$

Per il calcolo dei campi elettromagnetici è stato utilizzato un software il cui algoritmo di calcolo fa uso del seguente modello semplificato:

- tutti i conduttori costituenti la linea sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- i conduttori sono considerati di forma cilindrica con diametro costante;
- la tensione e la corrente su ciascun conduttore attivo sono considerati in fase tra di loro;
- la distribuzione della carica elettrica sulla superficie dei conduttori è considerata uniforme;
- il suolo è considerato piano e privo di irregolarità, perfettamente conduttore dal punto di vista elettrico, perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico;
- viene trascurata la presenza dei tralicci o piloni di sostegno, degli edifici, della vegetazione e di qualunque altro oggetto si trovi nell'area interessata.

Le condizioni sopraesposte permettono di ridurre il calcolo ad un problema piano, poiché la situazione è esattamente la stessa su qualunque sezione normale della linea, dove con "sezione normale" si intende, qui e nel seguito, quella generata da un piano verticale ortogonale all'asse longitudinale della linea (cioè alla direzione dei conduttori che la costituiscono) passante per il punto dove si vogliono calcolare i campi.

Indicato con P il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per P e ortogonale ai conduttori. Indichiamo quindi con Q<sub>k</sub> il punto dove il generico conduttore C<sub>k</sub> interseca la sezione normale. L'induzione magnetica B generata da NR conduttori filiformi, numerati da 0 a (NR-1), può essere calcolata con l'espressione seguente:

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Le ipotesi adottate consentono di eseguire l'integrazione ed ottenere (asse Z nella direzione dei conduttori):

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} i_k \vec{z} \times \frac{(Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

## 4.2 Linee in cavo a 36 kV

Per i tratti di cavidotto all'interno del Parco fotovoltaico "Villalba", dove:

- sono presenti cavi di minima sezione,
- la tratta è costituita da diverse terne con disposizione in piano parallele,
- le potenze trasportate sono legate al numero di generatori collegati a monte delle linee,

si può affermare che già al livello del suolo ed in corrispondenza della verticale del cavo si determina una induzione magnetica prossima a 3  $\mu$ T e che pertanto non è necessario stabilire una fascia di rispetto (art. 3.2 DM 29/05/08, art. 7.1.1 CEI 106-11).

Non è possibile affermare lo stesso per il tratto di collegamento tra le Cabine di trasformazione MT/BT (FEEDER RINGS) e la Cabina di Raccolta e il tratto tra quest'ultima e lo stallo di trasformazione AT/MT (150/36kV), costituito da circuiti a diversa sezione e diversa lunghezza.

Di seguito si riporta i circuiti dei cavidotti interessati dall'analisi (dati reperiti dall'elaborato **TKA616 - Relazione tecnica impianto fotovoltaico**):

- CIRCUITO 1 (FEEDER RING 1 - Cabina di Raccolta) (36kV): numero 4 terne di cavi tripolari 3x(2x120)+3x(2x120) ARE4H5(AR)E unipolari, collega le Cabine di Trasformazione alla Cabina di Raccolta, con corrente massima pari a 452A; inoltre essendo un collegamento ad anello, ai fini del calcolo ,per il valore dell'induzione magnetica, consideriamo il tratto come unico cavidotto da 3x(2x120) con corrente massima come sopra indicata.
- CIRCUITO 2 (FEEDER RING 2 - Cabina di Raccolta) (36kV): numero 1 terna di cavi tripolari 3x(1x120) ARE4H5(AR)E unipolari, collega le Cabine di Trasformazione alla Cabina di Raccolta, con corrente massima pari a 208A; nel calcolo andremo a considerare anche la presenza del Circuito 1 in quanto divideranno lo stesso



tratto, per cui la restituzione del valore dell'induzione magnetica terrà conto del tratto a 3 terne così definito  $3 \times (1 \times 120) + 3 \times (2 \times 120)$ .

- CIRCUITO 3 (Cabina di Raccolta - Stallo SSE a 36kV): numero 1 terna di cavi tripolari  $3 \times (1 \times 630)$  ARE4H5(AR)E unipolari, collega la Cabina di Raccolta allo Stallo di trasformazione, con corrente massima pari a 643A

Ai fini del calcolo di seguito si riporta la corrente mediana efficace giornaliera della linea sovradimensionata rispetto alla corrente nominale:

- CIRCUITO 1 : 455A;
- CIRCUITO 2 : 210A + 455A;
- CIRCUITO 3 : 645A;

Per il calcolo è pertanto stato utilizzato un software MAGIC della BESHIELDING utilizzando le seguenti assunzioni, condizione sovrastimata rispetto ai valori di corrente ,dati reperiti dall'elaborato TKA616 (*Relazione tecnica impianto fotovoltaico*), mediana efficace nelle 24 ore

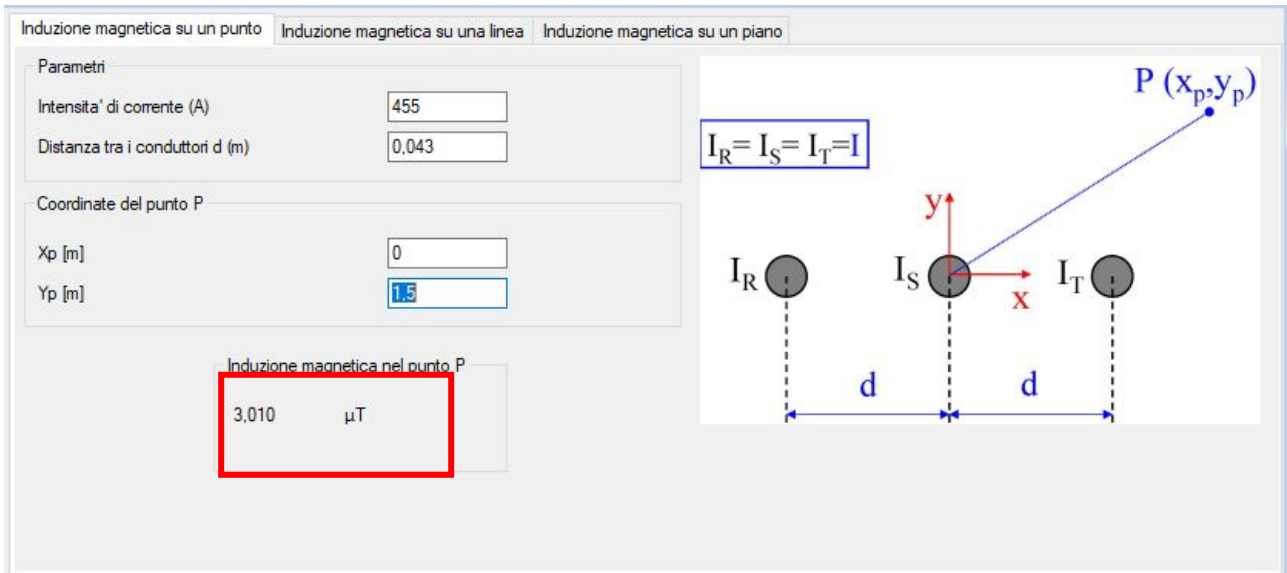
- portata dei cavi in regime permanente (cavi in alluminio): Circuito 1 con portata 452 A per il cavidotto (FEEDER-RING 1 ad anello) con sezione da 120 mmq, (ai fini del calcolo si è utilizzata una corrente pari a 455A)
- portata dei cavi in regime permanente (cavi in alluminio): Circuito 2 con portata 208 A per la singola terna parallela con sezione da 120 mmq, (ai fini del calcolo si è utilizzata una corrente pari a 210A)
- portata dei cavi in regime permanente (cavi in alluminio): Circuito 3 con portata 643 A per la singola terna parallela con sezione da 630 mmq, (ai fini del calcolo si è utilizzata una corrente pari a 645A)
- disposizione delle fasi ottimizzata (RST -TSR) per il Circuito 2;

ciò comporta che l'analisi effettuata risulti cautelativa rispetto alle condizioni normali di funzionamento dell'impianto.

Di seguito si riporta i grafici dei risultati di calcolo ottenuti dal software.

### *Induzione magnetica su un punto.*

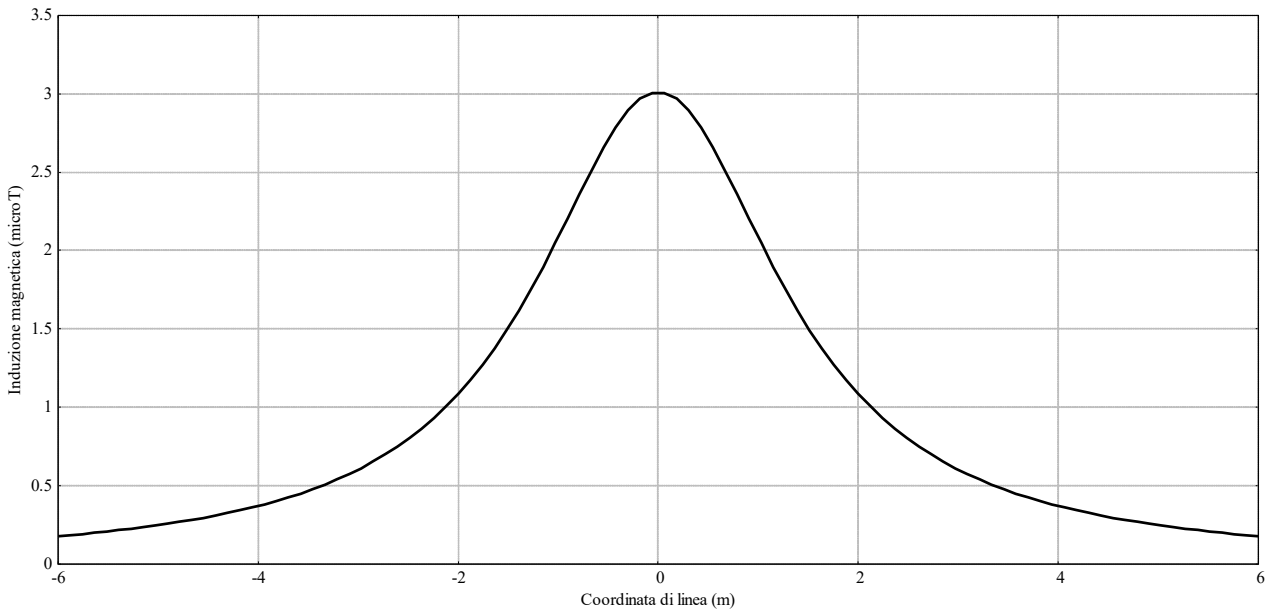
#### *Circuito 1 (2 TERNE parallele 3x(2x120)).*



*Schermata di calcolo estrapolata dal software*

Nell'immagine sopra riportata si può evincere il valore dell'induzione magnetica puntuale pari a **3.010 $\mu\text{T}$**  su un punto del piano stradale ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 1,5 m (profondità media del cavidotto 1,4m-1,5m).

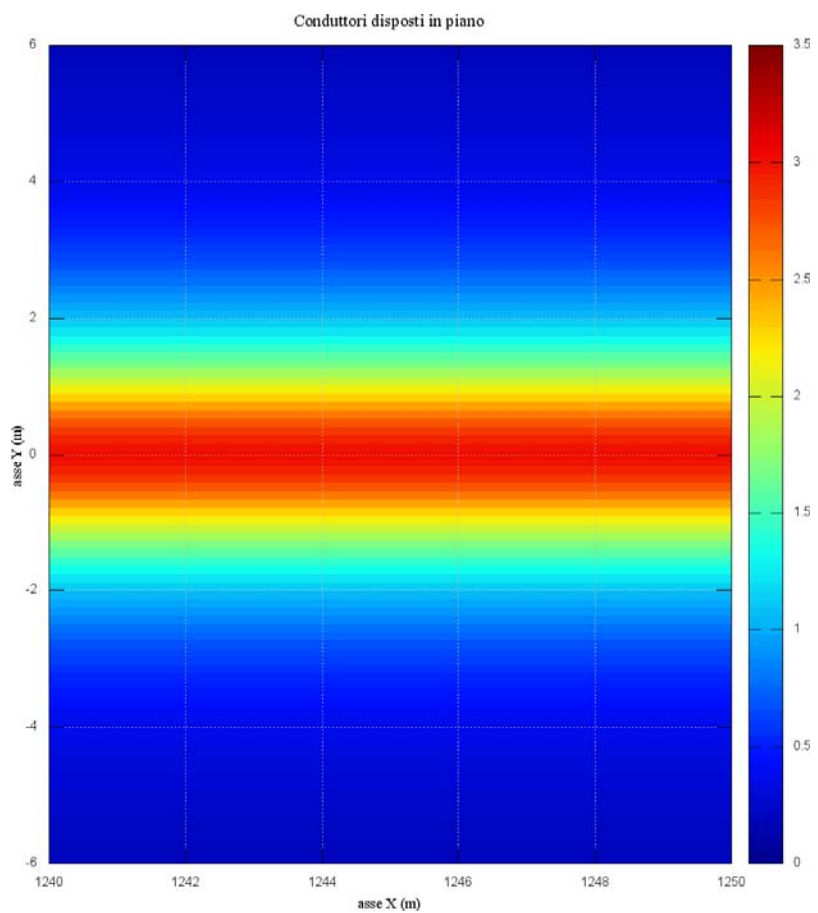
**Induzione magnetica su una linea.  
Circuito 1 (2 TERNE parallele 3x(2x120)).**



*Schermata di calcolo estrapolata dal software*

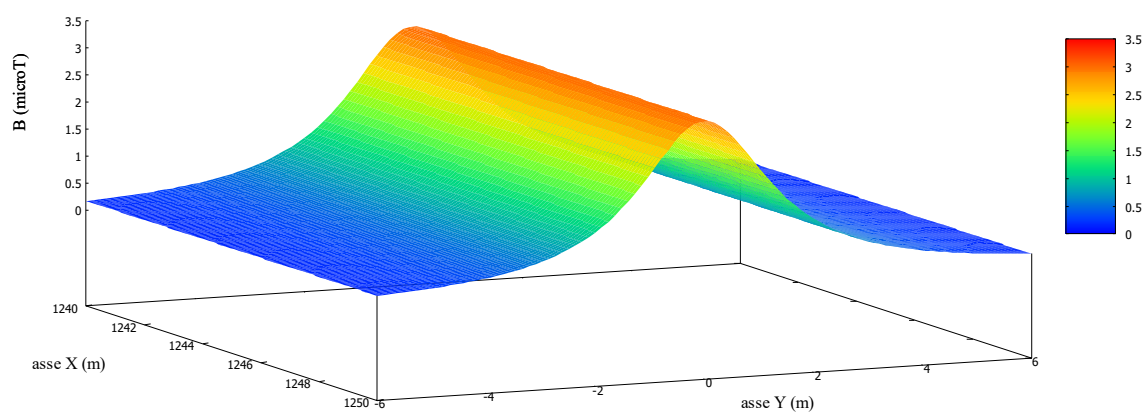
Nel grafico sopra riportato si può notare la curva rappresentante l'andamento dell'induzione magnetica del cavidotto a doppia terna in media tensione di collegamento su un'area di analisi pari a 12m sull'asse orizzontale (-6m; 6m) e ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 1,5 m (profondità media del cavidotto 1,4m-1,5m). Il grafico evidenzia un andamento simmetrico dovuto alla presenza del doppio cavidotto. Si evince che il valore massimo dell'induzione magnetica pari a **3.010  $\mu$ T** valore corrispondente al limite di normativa (3  $\mu$ T).

*Induzione magnetica su un piano XY in 2d e 3d.  
Circuito 1 cavidotto MT.*



*Curve isolivello in 2d*

Conduttori disposti in piano



*Schermata di calcolo estrapolata dal software in 3d*

Dai grafici si evince che l'induzione magnetica rimane sempre nei limiti di normativa pari a  $3 \mu\text{T}$ . L'immagine sopra riportata descrive l'andamento dell'induzione magnetica su un piano ad una quota 1,5m con coordinate X (lunghezza cavidotto da 1240 m a 1250 m) e Y (-6m; 6m pari ad una fascia di 12m ortogonale al cavidotto).

### Induzione magnetica su un punto.

**Circuito 2 (3 TERNE parallela  $3 \times (2 \times 120) + 3 \times (1 \times 120)$ ).**

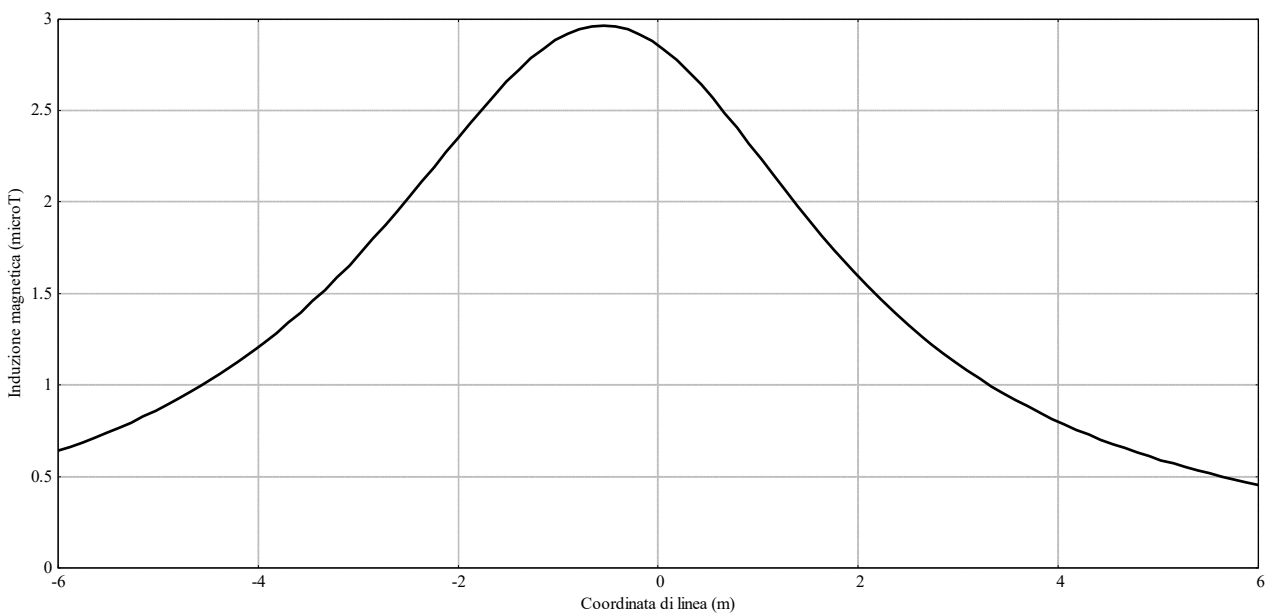
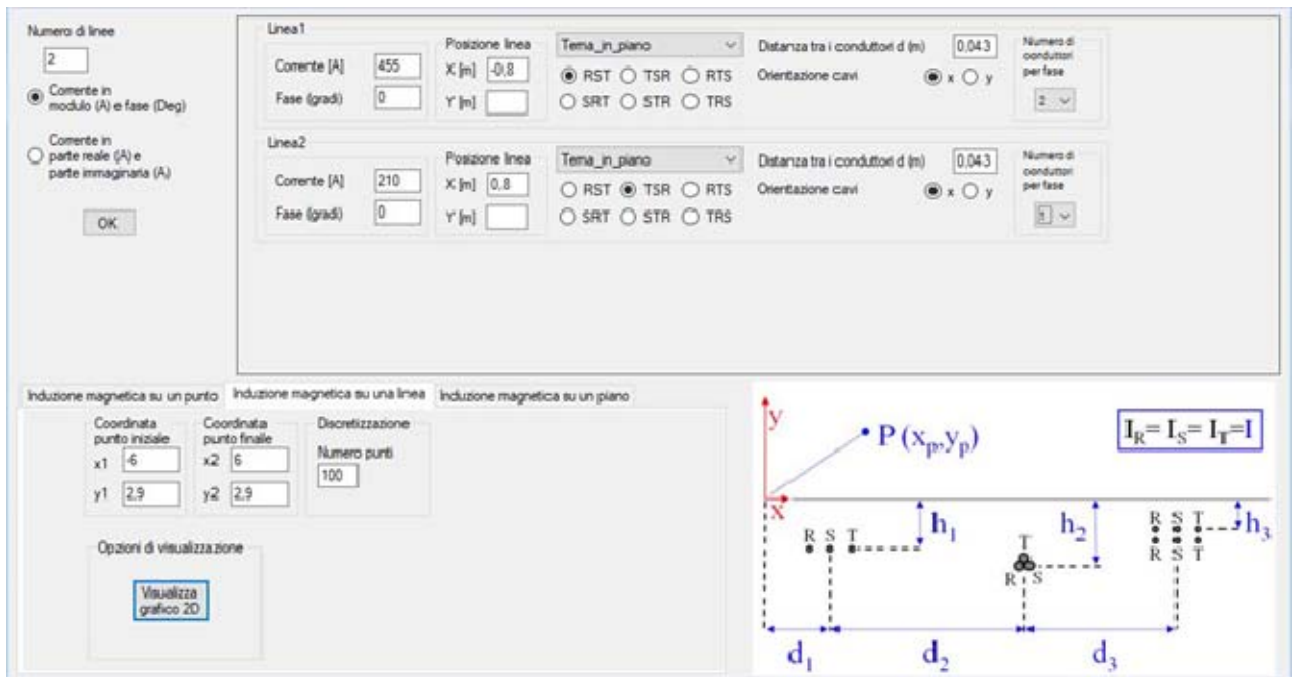
The screenshot shows a software interface for calculating magnetic induction. It includes the following elements:

- Linea1 parameters:** Corrente [A] = 455, Fase (gradi) = 0, Posizione linea (Tema\_in\_piano), X [m] = -0.8, Y [m] = , Distanza tra i conduttori d (m) = 0,043, Orientazione cavi (x), Numero di conduttori per fase = 2.
- Linea2 parameters:** Corrente [A] = 210, Fase (gradi) = 0, Posizione linea (Tema\_in\_piano), X [m] = 0.8, Y [m] = , Distanza tra i conduttori d (m) = 0,043, Orientazione cavi (x), Numero di conduttori per fase = 1.
- Point P coordinates:** X (m) = 0, Y (m) = 2.9.
- Calculated result:** Induzione magnetica nel punto P = 2,846  $\mu\text{T}$ .
- Diagram:** A schematic showing three phases (R, S, T) with conductors at heights  $h_1, h_2, h_3$  and horizontal distances  $d_1, d_2, d_3$  from a central point. The current values are  $I_R = I_S = I_T = I$ .

Schermata di calcolo estrapolata dal software

Nell'immagine sopra riportata si può evincere il valore dell'induzione magnetica puntuale pari a  $2.846 \mu\text{T}$  su un punto del piano stradale ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 2,9 m (profondità media del cavidotto 2,8m-2,9m).

**Induzione magnetica su una linea.  
Circuito 2 (3 TERNE parallela 3x(2x120) +3x(1x120)).**

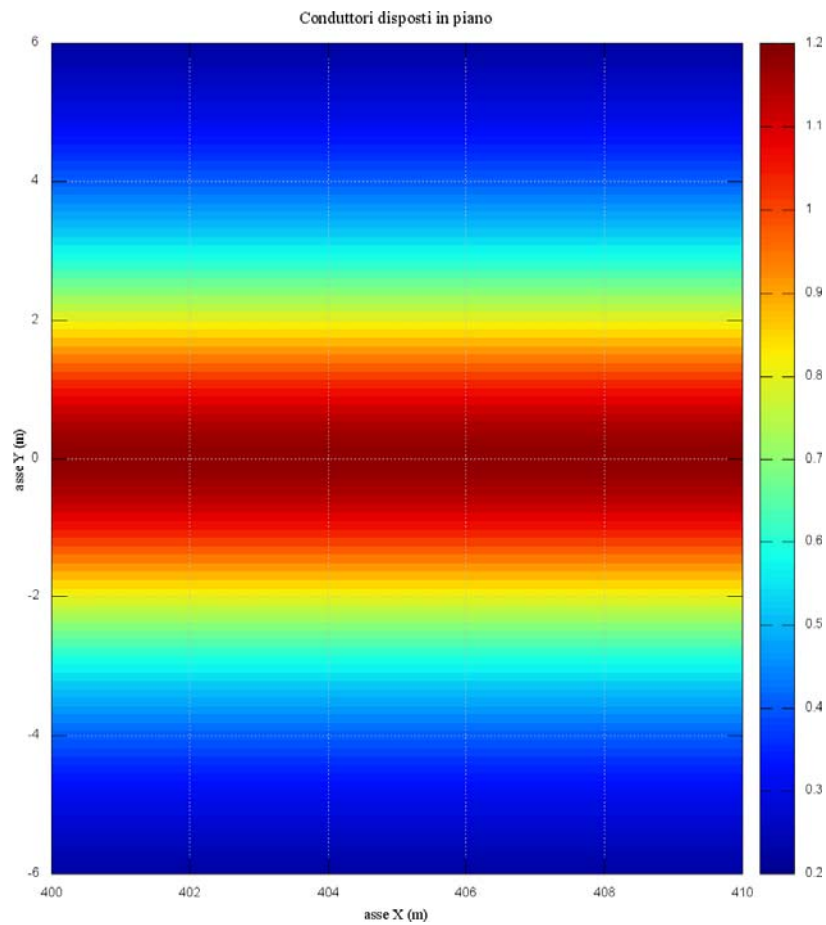


*Schermate di calcolo estrapolata dal software*

Nel grafico sopra riportato si può notare la curva rappresentante l'andamento dell'induzione magnetica del cavidotto (Circuito 1 + Circuito 2) a tripla terna in media tensione di collegamento su un'area di analisi pari a 12m sull'asse orizzontale (-6m; 6m) e ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 2,9 m (profondità media del

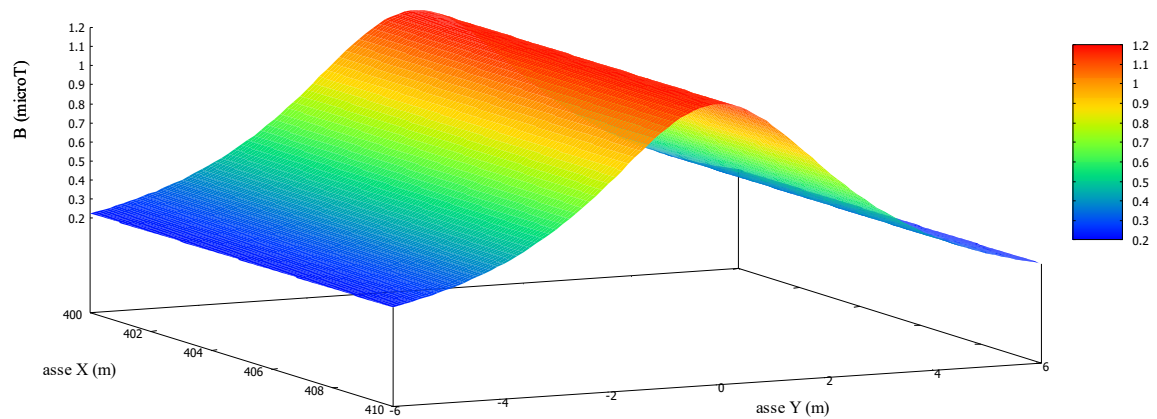
cavidotto 2,8m-2,9m). Il grafico evidenzia un andamento quasi simmetrico traslato in direzione della doppia terna con corrente maggiore, dovuto alla presenza del triplo cavidotto. Si evince che il valore massimo dell'induzione magnetica pari a **2.846 $\mu$ T** rimane sotto i limiti di normativa (3  $\mu$ T).

*Induzione magnetica su un piano XY in 2d e 3d.  
Circuito 2 cavidotto MT.*



*Curve isolivello in 2d*

Conduttori disposti in piano



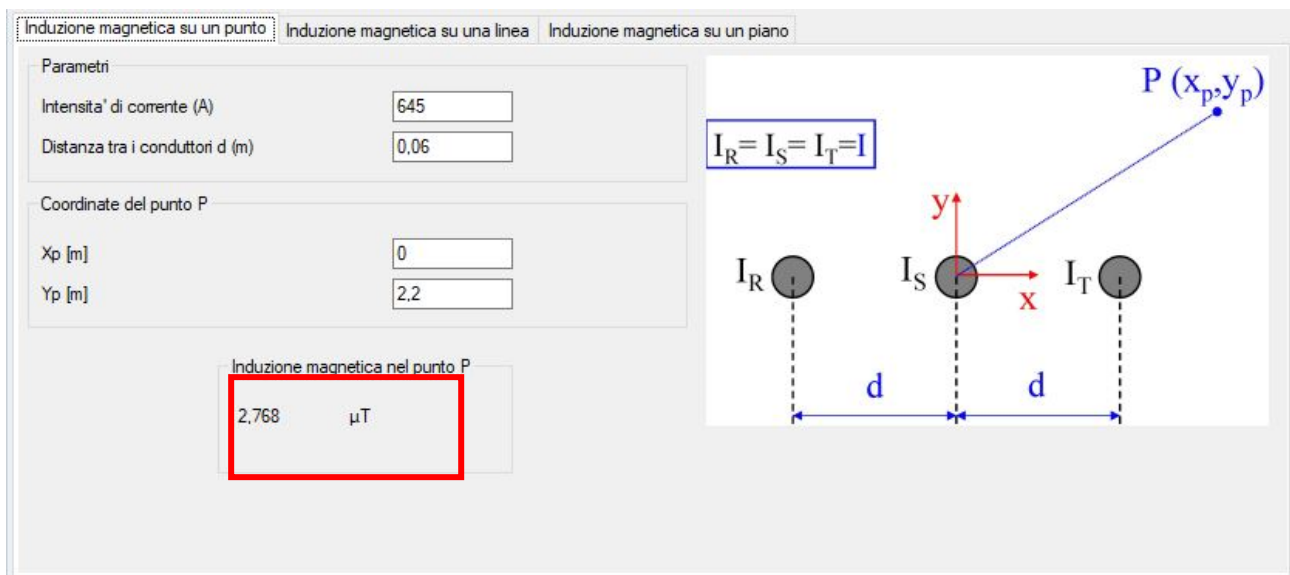
*Schermata di calcolo estrapolata dal software in 3d*

Dai grafici si evince che l'induzione magnetica rimane sempre nei limiti di normativa e quindi inferiore a  $3 \mu\text{T}$ . L'immagine sopra riportata descrive l'andamento dell'induzione magnetica su un piano ad una quota 2,9m con coordinate X (lunghezza cavidotto da 400 m a 410 m) e Y (-6m; 6m pari ad una fascia di 12m ortogonale al cavidotto).



## Induzione magnetica su un punto.

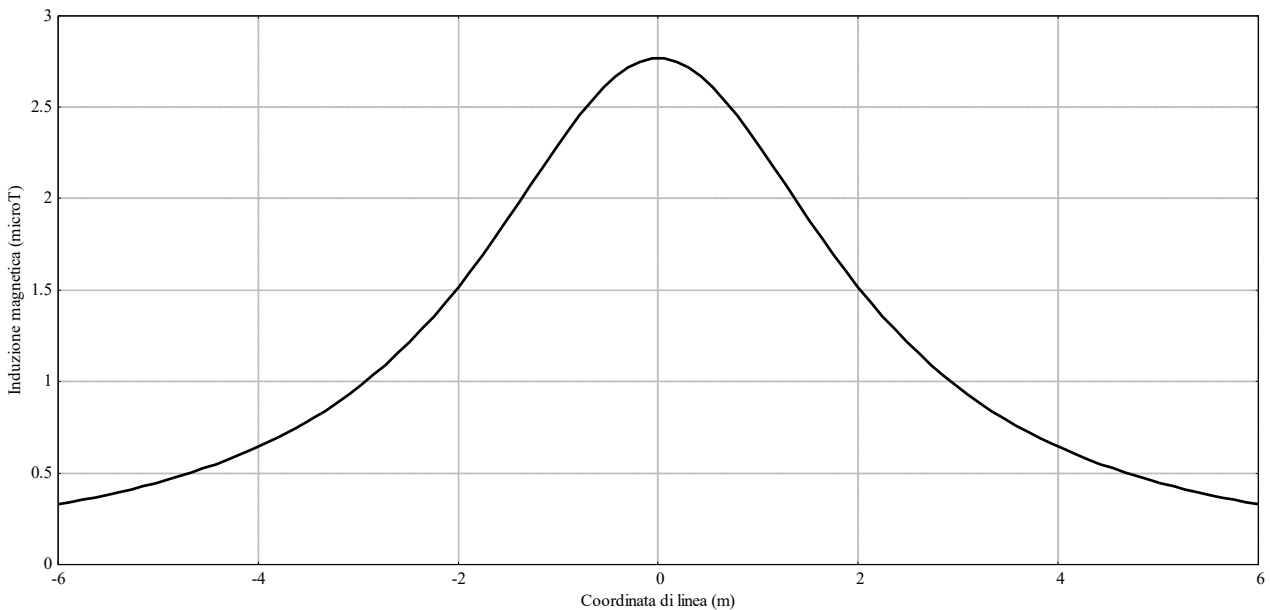
### Circuito 3 (1 TERNA parallela 3x(1x630)).



Schermata di calcolo estrapolata dal software

Nell'immagine sopra riportata si può evincere il valore dell'induzione magnetica puntuale pari a  $2.768\mu\text{T}$  su un punto del piano stradale ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 2,2 m (profondità media del cavidotto 2,1m-2,2m).

**Induzione magnetica su una linea.  
Circuito 3 (1 TERNA parallela 3x(1x630)).**

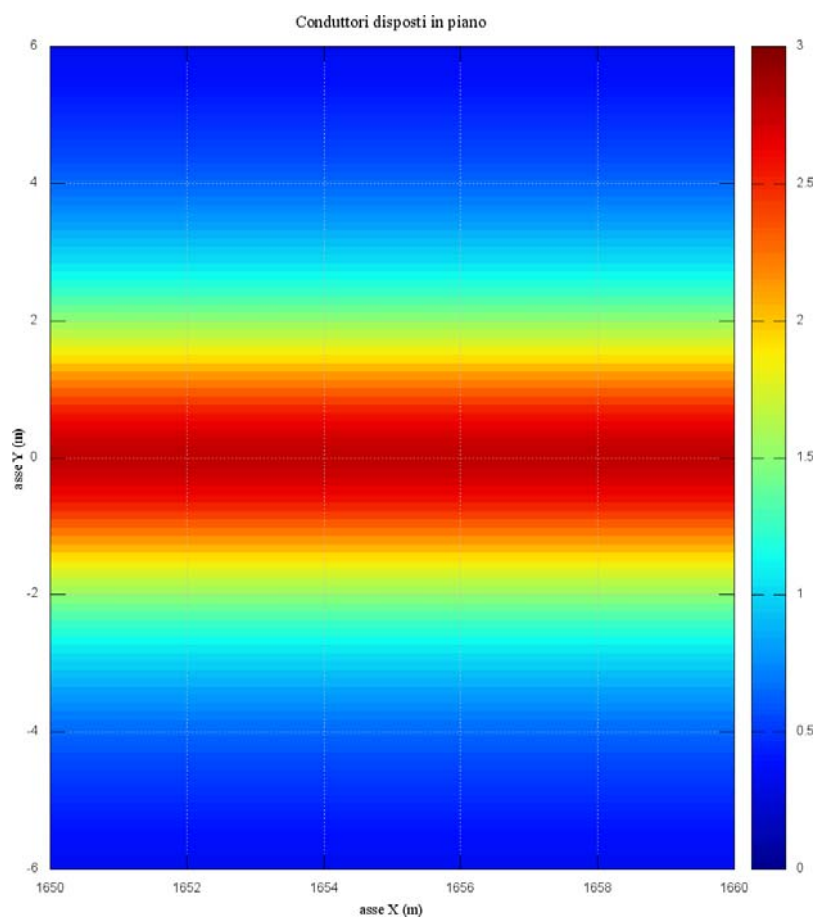


*Schermata di calcolo estrapolata dal software*

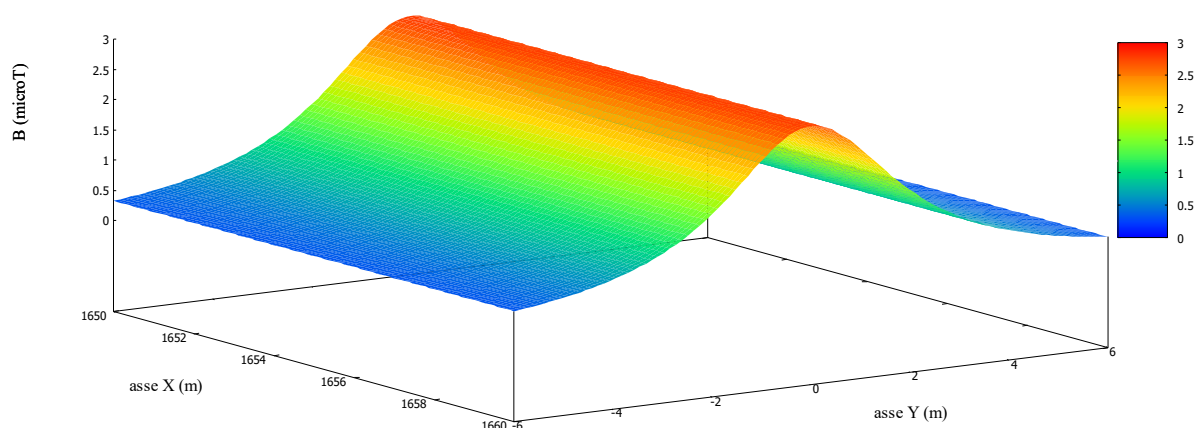
Nel grafico sopra riportato si può notare la curva rappresentante l'andamento dell'induzione magnetica del cavidotto a singola terna in media tensione di collegamento su un'area di analisi pari a 12m sull'asse orizzontale (-6m; 6m) e ad una altezza dal piano di posa del cavidotto di circa 2,2 m (profondità media del cavidotto 2,1m-2,2m). Il grafico evidenzia un andamento simmetrico dovuto alla presenza del singolo cavidotto. Si evince

che il valore massimo dell'induzione magnetica pari a  $2.768 \mu\text{T}$  rimane sotto i limiti di normativa ( $3 \mu\text{T}$ ).

*Induzione magnetica su un piano XY in 2d e 3d.  
Circuito 3 cavidotto MT.*



*Curve isolivello in 2d*



*Schermata di calcolo estrapolata dal software in 3d*

Dai grafici si evince che l'induzione magnetica rimane sempre nei limiti di normativa e quindi inferiore a  $3 \mu\text{T}$ . L'immagine sopra riportata descrive l'andamento dell'induzione magnetica su un piano ad una quota 2,2m con coordinate X (lunghezza cavidotto da 1650 m a 1660 m) e Y (-6m; 6m pari ad una fascia di 12m ortogonale al cavidotto).

## 5 Conclusioni

I risultati ottenuti mostrano che, in corrispondenza dell'asse del cavidotto su un punto a quota stradale, corrispondente a tutti i CIRCUITI sia a diversa TERNA di diversa sezione, sia per pose diverse, vengono raggiunti i valori massimi in un punto, di induzione magnetica, pari rispettivamente a  **$3.010 \mu\text{T}$**  per posa pari a 1,5 m (Circuito1),  **$2.846 \mu\text{T}$**  per posa pari a 2,9m (Circuito 2) e  **$2.768 \mu\text{T}$**  per posa pari a 2,2m (Circuito 3). Per i Circuiti 2 e 3 i valori calcolati sono inferiori al limite di normativa (valore di qualità  $3 \mu\text{T}$ ) e inoltre i valori si riducono ulteriormente con l'allontanarsi dall'asse del cavidotto. (rif. grafici); mentre per il Circuito 1 il valore dell'induzione magnetica calcolato raggiunge il valore pari al valore massimo imposto da Normativa. Questi risultati sono stati ottenuti grazie all'ottimizzazione delle fasi e alle diverse profondità di posa delle terne.

Come possiamo evincere dai grafici (*rif. Grafico Induzione magnetica su una linea Circuiti*) il calcolo viene eseguito con l'effettiva posa dei cavidotti ad una profondità dal piano campagna diverse per i diversi circuiti.

Considerato che l'elettrodotto oggetto dell'analisi verrà posato lungo il margine della strada (area banchina del percorso stradale), e che lungo tutto il tracciato non sono presenti degli insediamenti agricoli, industriali e residenziali. Inoltre tali valori di campo magnetico, sono ottenuti per una portata di corrente leggermente sovrastimata rispetto alla normale conduzione dell'impianto di produzione, tale condizione nominale ipotetica è al di sopra dalla massima condizione di esercizio reale; se fossero utilizzate le reali correnti di impiego, il valore massimo di induzione magnetica risulterebbe inferiore ai valori massimi riportati pocanzi, e il valore di qualità di  $3 \mu\text{T}$  non si raggiunge neanche in prossimità dell'asse del cavidotto.

Si evidenzia inoltre che l'impianto fotovoltaico ha una produzione tipicamente diurna e ben distinta tra inverno ed estate, pertanto in pochissime ore dell'anno esso raggiunge la potenza nominale.

Per l'ottimizzazione e l'uniformità della profondità di posa dei cavidotti si potrebbe adottare l'utilizzo dei cavidotti ad elica visibile tipo ARE4H5(AR)EX , che grazie alla conformità dei cavi elicordati, i valori di induzione magnetica si riducono drasticamente.