



Committente

tecnici

## Progetto definitivo



FRI-EL S.p.a.  
Piazza della Rotonda 2  
I-00186 Roma (RM)

committente

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio denominato "Gravina - Serra del Corvo" e relative opere connesse ed infrastrutture indispensabili avente potenza pari a 200 MW nei Comuni di Genzano di Lucania (PZ) e Gravina in Puglia (BA)

progetto

Relazione monitoraggio ex ante inquinamento elettrico ed elettromagnetico

contenuto

| redatto       | modificato         | scala   | elaborato n. |
|---------------|--------------------|---|--------------|
| SZ 22/12/2021 | a SZ 20/07/2022    |   | PD-VI.10.3   |
| controllato   | b                  |   |              |
| GB 20/07/2022 | c                  |   |              |
| pagine 25     | n. progetto 21-208 | 21_208_PSW_Gravina\einr1\text\PD-R.10_relazione_impianti_elettrici_speciali_01.docx |              |

**GM**

Studio di Geologia Applicata e Geofisica Applicata

Dott. Geol. Gianpiero Monti

Dott. Geol. Gianpiero Monti

Via C. Battisti 21 – 83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

tel. +39 0827 35 247

gianpiero.monti@alice.it



**BETTIOL ING. LINO SRL**

Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)

S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)

Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273

E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it

**patscheiderpartner**

E N G I N E E R S

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

i-39024 mals/malles (bz) - glurnserstraße 5/k via glorenza

i-39100 bozen/bolzano - negrellistraße 13/c via negrelli

a-6130 schwaz - mindelheimerstraße 6

tel. +39 0473 83 05 05 – fax +39 0473 83 53 01

[info@ipp.bz.it](mailto:info@ipp.bz.it) – [www.patscheiderpartner.it](http://www.patscheiderpartner.it)

## Indice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introduzione</b> .....  | <b>2</b>  |
| 1.1 Committente .....   | 2         |
| 1.2 Studi tecnici incaricati.....   | 2         |
| <b>2. Premessa</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>3. Richiami normativi</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>4. Normativa di riferimento</b> .....  | <b>6</b>  |
| 4.1 Leggi.....  | 6         |
| 4.2 Norme tecniche - Norme CEI .....  | 7         |
| <b>5. Campi elettrici e magnetici</b> .....   | <b>8</b>  |
| 5.1 Tratto aereo .....  | 8         |
| 5.2 Tratto in cavo.....   | 12        |
| 5.3 Stazioni elettriche .....   | 14        |
| <b>6. Fasce di rispetto</b> .....   | <b>15</b> |
| 6.1 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto .....   | 15        |
| 6.1.1 Correnti di calcolo.....  | 15        |
| 6.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto .....   | 17        |
| 6.2 Sezioni di calcolo.....   | 21        |
| Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la sola presenza dell'elettrodotto esistente a 380kV "Genzano-Matera" secondo la CEI 11-60 (EX ANTE) .....                 | 21        |
| Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per entrambi gli elettrodotti, esistente ("Genzano Matera") e in progetto,.....                    | 22        |
| Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per l'elettrodotto esistente ("Genzano Matera") e la portata reale dell'elettrodotto in progetto , | 22        |
| Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la sola presenza dell'elettrodotto esistente a 380kV "Genzano-Matera" secondo la CEI 11-60 (EX ANTE) .....                 | 23        |
| Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per entrambi gli elettrodotti, esistente ("Genzano Matera") e in progetto,.....                    | 23        |
| Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per l'elettrodotto esistente ("Genzano Matera") e la portata reale dell'elettrodotto in progetto , | 24        |
| <b>7. Conclusioni</b> .....   | <b>25</b> |

## 1. Introduzione

### 1.1 Committente

**FRI-EL S.p.a.**

Piazza della Rotonda 2

I-00186 Roma (RM)

### 1.2 Studi tecnici incaricati

Coordinatore di progetto:

**Dr. Ing. Walter Gostner**

Ingegneri Patscheider & Partner S.r.l.

Opere civili ed idrauliche

**Ingegneri Patscheider & Partner Srl**

Via Glorencia 5/K

39024 Malles (BZ)

Responsabile opere idrauliche:

Responsabile opere civili:

Coordinamento interno:

Progettisti:

Via Negrelli 13/C

39100 Bolzano (BZ)

Dr. Ing. Walter Gostner

Dr. Ing. Ronald Patscheider

Dr. Ing. Corrado Lucarelli

Dr. Ing. David Dipauli

Dr. Ing. Alex Balzarini

Geom. Stefania Fontanella

Geologia e geotecnica

Consulenti specialistici:

Dr. Geol. Giampiero Monti

Via C. Battisti 21

I-83053 Sant'Andrea di Conza (AV)

Opere di utenza per la connessione:

**Bettiol Ing. Lino srl**

Via G. Marconi 7

31027 Spresiano (TV)

Responsabile opere elettriche:

Progettisti:

Via Panà 56/ter

35027 Noventa Padovana (PD)

Dr.ssa Ing. Giulia Bettiol

Dr. Ing. Sandro Zambelli

Dr. Ing. Fabio Gobbo

Geom. Silvia Annoè

## 2. Premessa

La presente relazione ha lo scopo di illustrare la situazione ex ante e la situazione ex post, ai sensi del D.P.C.M. 08.07.2003, dei vincoli 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 dai nuovi elettrodotti descritti nell'elaborato: *"PD-R.1 – Relazione tecnica generale"* e *"PD-R.10 – Relazione tecnica impianti elettrici e speciali"*

Si evidenzia che il tema della situazione ex post, ed in particolare la situazione ex post valutata secondo quanto previsto dalla legislazione vigente, è ampiamente trattato nel dettaglio, nell'elaborato *"PD-R.21 – Relazione dei campi elettrico e magnetico opere di utenza per la connessione"*

Nel presente documento si intende tuttavia trattare anche la situazione reale ex post ovvero considerando i reali valori di corrente massima che attraverseranno l'elettrodotto e che, di conseguenza, genereranno la reale induzione magnetica nelle aree prossime allo stesso ed in particolare nei pressi dei recettori sensibili.

## 3. 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) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE di continuare ad adottare tali linee guida.

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

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

- limite di esposizione il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela delle salute da effetti acuti;

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

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

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3  $\mu\text{T}$ . È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali e ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

Al riguardo è opportuno anche 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.

In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 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<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità

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 neanche in melius.

---

*definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi".*

## 4. Normativa di riferimento

In questo capitolo si riportano i principali riferimenti normativi da prendere in considerazione per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dell'intervento oggetto del presente documento.

### 4.1 Leggi

- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi
- proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la
- progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";

- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 “Aggiornamento delle norme tecniche per la
- progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;

#### 4.2 Norme tecniche - Norme CEI

- CEI 11-4, “Esecuzione delle linee elettriche esterne”, quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-17, “Linee in cavo”, terza edizione, 2006:07
- CEI 11-60, “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne”, seconda edizione, 2002-06
- CEI 211-4, “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”, prima edizione, 1996-07
- CEI 211-6, “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”, prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”, terza edizione, 1997:12
- 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”, prima edizione, 2006:02



## 5. Campi elettrici e magnetici

La linea elettrica 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 che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea, in esecuzione aerea, mentre il solo campo magnetico decresce molto rapidamente con la distanza dalla linea per le linee in cavo in quanto il campo elettrico è totalmente contenuto all'interno di esso.

Per il calcolo del campo elettrico, della porzione aerea, e magnetico, sia della porzione aerea che interrata, è stato utilizzato un programma sviluppato in ambiente Matlab® in conformità alla norma CEI 211-4 ed in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M.08/07/2003.

### 5.1 Tratto aereo

Per il tratto aereo, per il calcolo delle intensità massima del campo elettrico e del campo magnetico, si è considerata un'altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 12 m, corrispondente cioè all'approssimazione per eccesso del valore indicato dal D.M. 16/02/1991 per le linee aeree ove è prevista la presenza di persone sotto la linea. Tale ipotesi è conservativa, in quanto la loro altezza è, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. I conduttori inoltre sono ancorati ai sostegni che gli sospendono e gli isolano dal terreno e si dispongono, tra un sostegno e il successivo, secondo una catenaria, per cui la loro altezza dal suolo è sempre maggiore del valore preso a riferimento tranne che nel punto di minimo franco della catenaria stessa ove viene raggiunto il valore minimo precedentemente citato in condizioni di massima freccia. Anche per tale ragione, l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

Per la porzione aerea dell'elettrodotto in progetto è previsto unicamente l'utilizzo di sostegni a traliccio ad Y aventi geometrie identiche alle strutture previste dall'unificazione ENEL-TERNA, e caratteristiche appropriate al tipo di intervento in progetto.

Sono previste diverse tipologie di sostegno in relazione alle caratteristiche meccaniche richieste agli stessi. Ad ogni tipologia di sostegno e secondo le caratteristiche del picchetto in cui lo stesso viene realizzato, è associata un gruppo mensole che determina la distribuzione spaziale di conduttori e funi di guardia. Ai fini di determinare il campo elettrico e magnetico massimo a cui una persona, in prossimità della linea, può essere esposta è stata considerata la condizione generante i valori massimi di campo elettrico e magnetico potenzialmente presenti a 1,5 m dal suolo al di sotto dell'elettrodotto in costruzione.

Ai fini delle valutazioni inerenti la massima intensità del campo elettrico, è stato considerato il valore massimo di tensione del sistema di cui l'elettrodotto fa parte e un andamento piano del

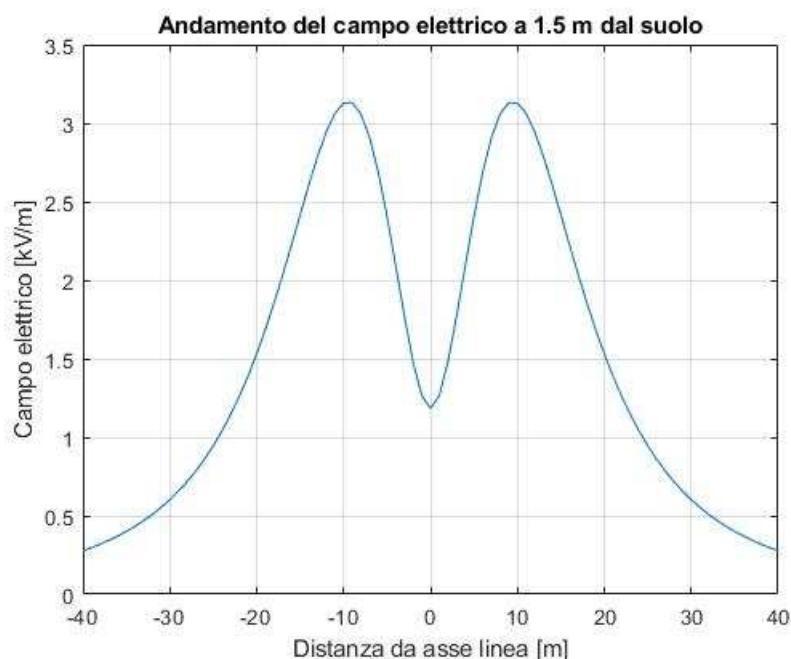
terreno sulla perpendicolare alla linea non essendo presenti, lungo tutti i tracciati degli elettrodotti in progetto, strade o terreni accessibili particolarmente acclivi in direzione perpendicolare all'asse degli elettrodotti.

Ai fini delle valutazioni inerenti il massimo valore dell'induzione magnetica sono stati considerati, dapprima, i valori di portata degli elettrodotti aerei previsti dalla CEI 11-60 in servizio temporaneo ed, in particolare, in relazione al conduttore di progetto:

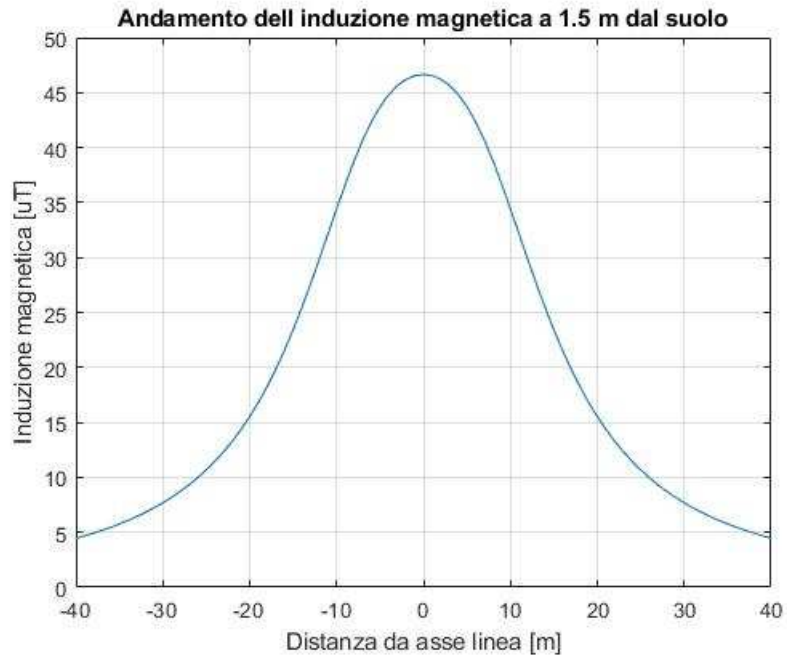
- 2876,2 A per le linee a 380 kV (146% del valore di portata del conduttore LC2 – ACSR Ø31.5 mm binato – nel periodo freddo in zona A);

e in una seconda fase, al fine di valutare il reale andamento dell'induzione magnetica massima generata, il valore di portata considerando il massimo valore di portata del cavo in servizio temporaneo, essendo l'elettrodotto di tipo misto e poiché il tratto in cavo, avente ampacity minor ma comunque più che sufficiente al corretto funzionamento e alla connessione della stazione di pompaggio, limita di fatto anche la portata del tratto aereo.

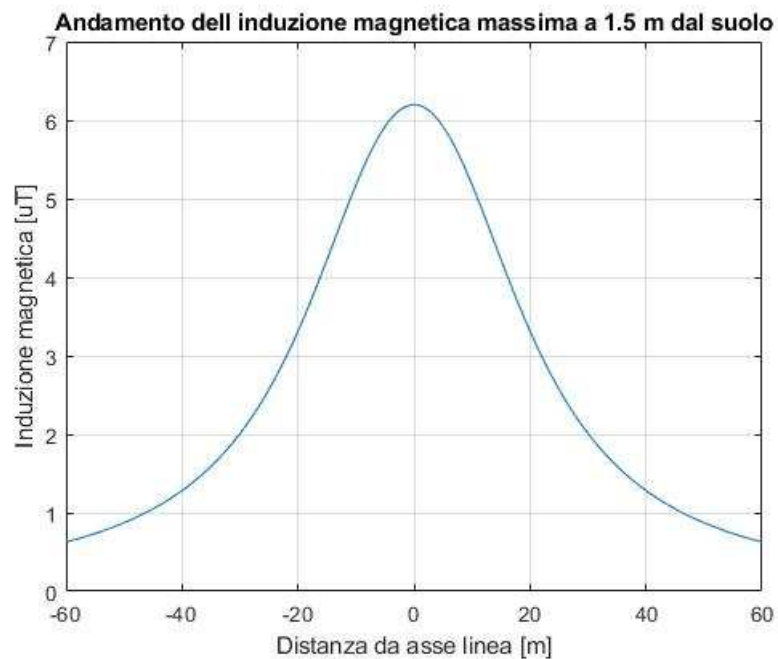
Di seguito vengono riportati i grafici degli andamenti dei valori massimi di campo elettrico ed induzione magnetica in asse linea:



Considerando la portata del tratto aereo secondo CEI 11-60 ovvero 2876,2A



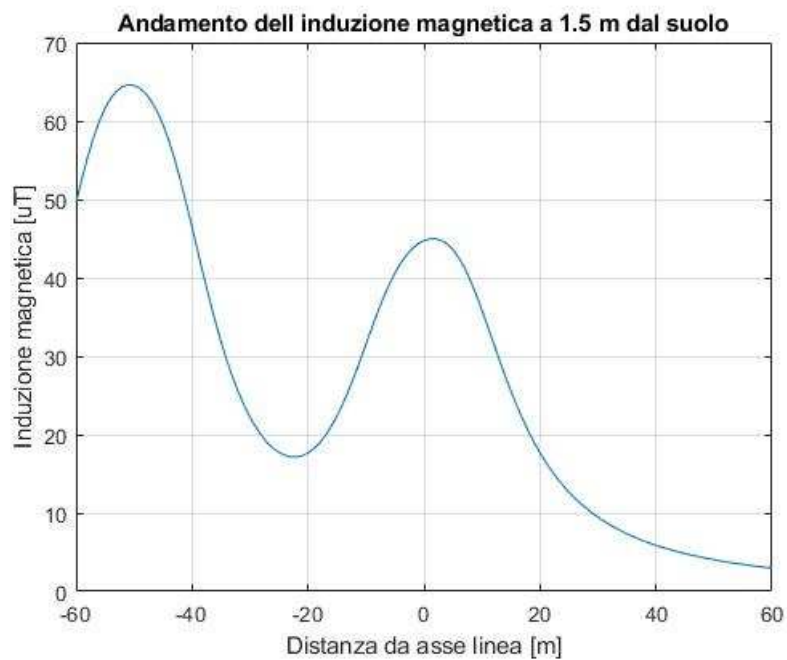
Considerando la portata del tratto aereo pari a quella del tratto in cavo ovvero 950A.



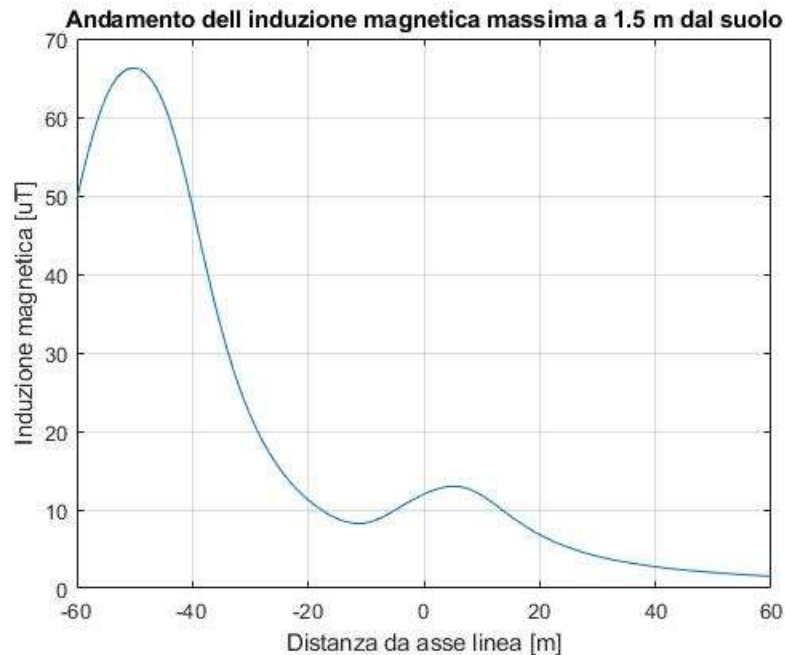
Parimenti è possibile, per quanto riguarda il tratto aereo dl elettrodotto in progetto, porre a confronto l'induzione generata considerando la portata secondo CEI 11-60 e secondo la portata reale massima, nel tratto di parallelismo con l'elettrodotto AT a 380 kV trinato "Genzano – Matera" avente una corrente massima di 4137A in servizio temporaneo e posto a 50m dall'asse linea dell'elettrodotto in progetto.

Di seguito vengono riportati i grafici degli andamenti dei massimi valori della sola induzione magnetica nei due casi considerati.

Considerando la portata del tratto aereo secondo CEI 11-60 ovvero 2876,2A



Considerando la portata del tratto aereo pari a quella del tratto in cavo ovvero 950A.



Dai diagrammi si rileva che, a un metro e mezzo dal suolo, i valori del campo elettrico e del campo magnetico sono sempre inferiori al limite di esposizione pari, rispettivamente, a 5 kV/m e a 100  $\mu$ T. Tali valori, imposti dalla normativa vigente, vengono rispettati anche considerando le condizioni più sfavorevoli:

- minimo franco dei conduttori sul terreno secondo DM 16/02/1991,
- massima tensione di sistema ( $U=420$ kV)
- massima portata in servizio temporaneo (2876.2A)

ovvero le condizioni che rappresentano i casi limite possibili normativamente.

Si evidenziano inoltre, specie per quanto riguarda il tratto ove non vi è parallelismo, il valori sensibilmente minori che si potranno registrare considerando che l'elettrodotto non potrà mai veicolare la potenza trasmissibile al limite termico, secondo ampacity determinata dalla CEI 11-60, a causa della ridotta ampacity del tratto in cavo. I valori registrabili massimi attesi saranno inferiori del 60% rispetto a quelli riconducibili alla CEI 11-60.

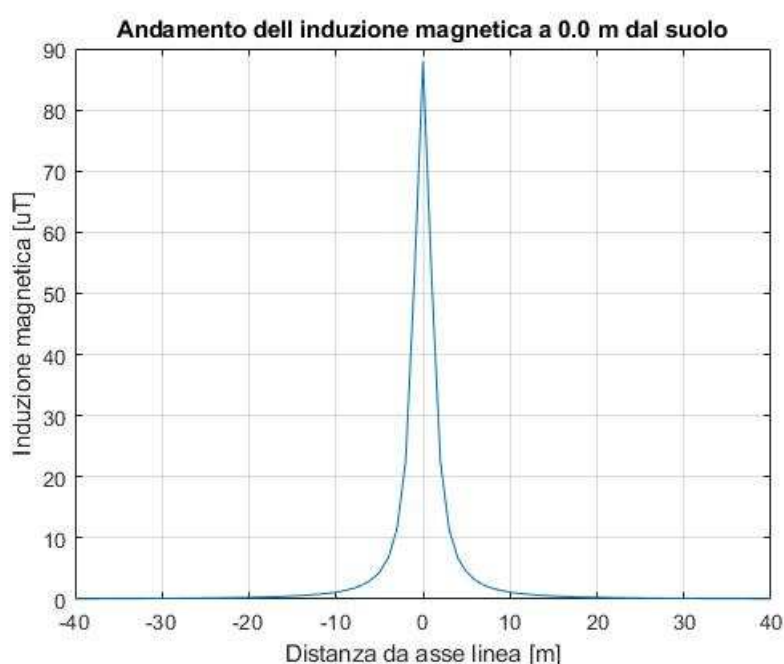
## 5.2 Tratto in cavo

Per il tratto in cavo invece, per il calcolo delle intensità massima del campo magnetico, si è considerata la profondità minima di posa imposta dalla Norma CEI 11-17, viceversa non si proceduto a valutare l'intensità massima di campo elettrico poiché lo stesso è totalmente contenuto all'interno dell'isolamento solido del cavo. L'ipotesi posta sul campo magnetico è conservativa,

in quanto la profondità del di posa del cavo è, per scelta progettuale, sempre maggiore del valore minimo richiesto dalla norma. tale valore.

Ai fini delle valutazioni inerenti il massimo valore dell'induzione magnetica sono stati considerati i valori di portata del tratto in cavo considerando lo stesso in servizio temporaneo e, in particolare, in relazione al conduttore di progetto e alle modalità di posa:

- 950A (in servizio temporaneo di brevissima durata <10 min);



Dal diagramma si rileva che, al livello del suolo, i valori del campo elettrico sono nulli in quanto interamente contenuto all'interno dello schermo di ogni cavo e i valori del campo magnetico sono sempre inferiori al limite di esposizione paria 100  $\mu$ T. Tale valore, imposto dalla normativa vigente, viene rispettato anche considerando le condizioni più sfavorevoli:

- minima profondità di posa,
- massima portata in servizio temporaneo

ovvero le condizioni che rappresentano i casi limite di funzionamento e normativi.

Sui luoghi accessibili alla popolazione ed in cui la stessa può trovarsi esposta ai campi magnetici, il progetto è stato comunque sviluppato in modo da garantire profondità minime di posa maggiori rispetto a quelle considerate nel calcolo del valore massimo di induzione sopraesposto e pertanto si può affermare che in tutti i punti in prossimità del tratto in cavo dell'elettrodotto in

progetto sono rispettati, a maggior ragione, i limiti rispettivamente dei 5 kV/m per il campo elettrico e dei 100 uT per il campo magnetico intesi come valori efficaci.

### 5.3 Stazioni elettriche

Per quanto concerne le stazioni elettriche facenti parte delle opere di utenza per la connessione ovvero la stazione di transizione aereo-cavo e la stazione di trasformazione, si evidenzia che tali aree sono segregate e l'accesso alle stesse non è consentito alla popolazione bensì solo a personale qualificato del proponente debitamente formato sul rischio di esposizione ai campi magnetici ed elettrici intensi. Opportune procedure e/o dispositivi saranno implementate al fine di tutelare i lavoratori dal rischio connesso all'esposizione prolungata e/o temporanea ai campi magnetici ed elettrici presenti al loro interno.

## 6. Fasce di rispetto

Per “fascia di rispetto” si intende l’area definita dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero l’area all’interno della quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevedeva (art. 6 comma 2) che l’APAT, sentite le ARPA, avrebbero definito la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l’approvazione del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il D.M. 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto”.

Scopo dei successivi paragrafi è il calcolo della fascia di rispetto e la determinazione delle DPA che saranno evidenziate graficamente nella tavola “PD-EP.28 – Planimetria catastale con fascia DPA-APA - opere di utenza”.

### 6.1 Metodologia di calcolo della fascia di rispetto

#### 6.1.1 Correnti di calcolo

Nella relazione “PD-R.21– Relazione dei campi elettrico e magnetico opere di utenza per la connessione”, conformemente a quanto previsto dalla normativa vigente, per il tratto aereo, si è considerata, nel calcolo, la corrente corrispondente alla portata in servizio normale delle linee definite dalla norma CEI 11-60 senza maggiorazione relative alle condizioni di progetto (paragrafo 3.3 della CEI 11-60) nonostante la reale massima portata dell’elettrodotto aereo sia limitata dal tratto in cavo.

Nella presente relazione si intende viceversa valutare anche quali siano le evidenze del calcolo considerando l’effettiva massima corrente a servizio permanente del tratto aereo ovvero la corrente in servizio permanente del tratto in cavo in relazione alla tipologia di cavo in progetto, alla sezione del conduttore, alla tipologia di posa e alla capacità del terreno di disperdere calore (resistività termica del terreno).



Nel calcolo dei valori di induzione magnetica nei tratti in parallelismo con un altro elettrodotto aereo esistente, sono stati utilizzati, per quest'ultimo, i valori di portata definiti dalla norma CEI 11-60 essendo lo stesso un ramo di Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in cui non è possibile determinare limitazioni al flusso di potenza.

La seguente tabella riporta i valori di corrente utilizzati nel calcolo del campo magnetico della linea in progetto secondo CEI 11-60 e secondo le reali condizioni per reali considerando la limitazione del tratto aereo generata dal tratto in cavo.

| <b>Elettrodotto</b>   | <b>Tensione<br/>[kV]</b> | <b>Corda</b> |                   | <b>Cavo</b> |                                     | <b>Corrente<br/>[A]</b>                       |
|---|--------------------------|--------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|---|
|   |                          | <b>Tipo</b>  | <b>Ø<br/>[mm]</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sezione<br/>[mm<sup>2</sup>]</b> |   |
| <b>Tratto in cavo</b><br>"SE trasformazione<br>MT AAT - SE transizione" | 380                      |              |                   | REH4H1H5E   | 1200                                | 750   |
| <b>Tratto aereo</b><br>"SE transizione –<br>SE RTN Gravina"             | 380                      | ACSR         | 2x31,5            |             |                                     | 1970<br>CEI 11-60                             |
| <b>Tratto aereo</b><br>"SE transizione –<br>SE RTN Gravina"             | 380                      | ACSR         | 2x31,5            |             |                                     | 750<br>Max am-<br>pacity<br>tratto in<br>cavo |

la seguente invece delle linee AT interferenti e/o parallele:

| <b>Elettrodotto</b>  | <b>Tensione</b><br>[kV] | <b>Corda</b> |                  | <b>Corrente</b><br>[A] | <b>Note</b>                       |
|--|-------------------------|--------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|
|  |                         | <b>Tipo</b>  | <b>Ø</b><br>[mm] |                        |                                   |
| <b>s.t. 380kV RTN trinato</b><br>"SE Gravina – SE Genzano" | 380                     | ACSR         | 3x31,5           | 2955                   | <i>parallelo<br/>interferente</i> |
| <b>s.t. 150kV RTN</b>                                      | 150                     | ACSR         | 31,5             | 870                    | <i>interferente</i>               |

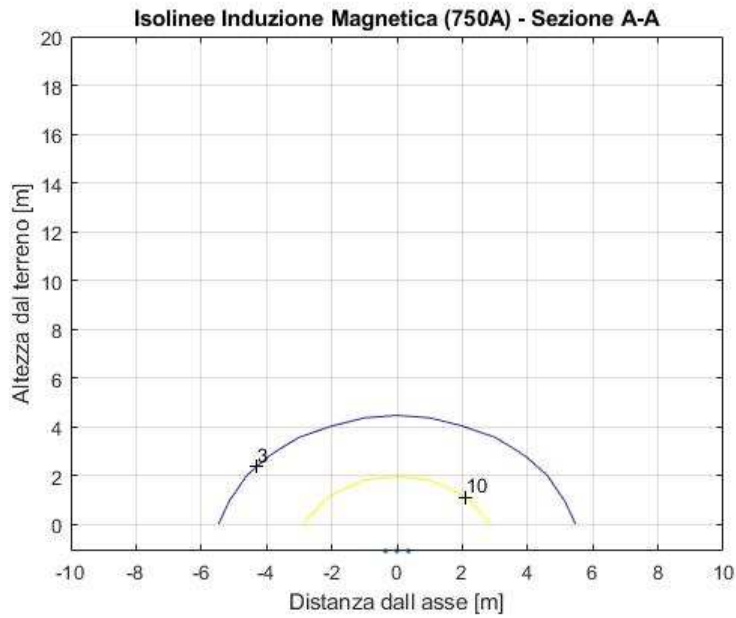
### 6.1.2 Calcolo delle fasce di rispetto

Per il calcolo è stato utilizzato il programma sviluppato in ambiente Matlab® in aderenza alla norma CEI 211-4.

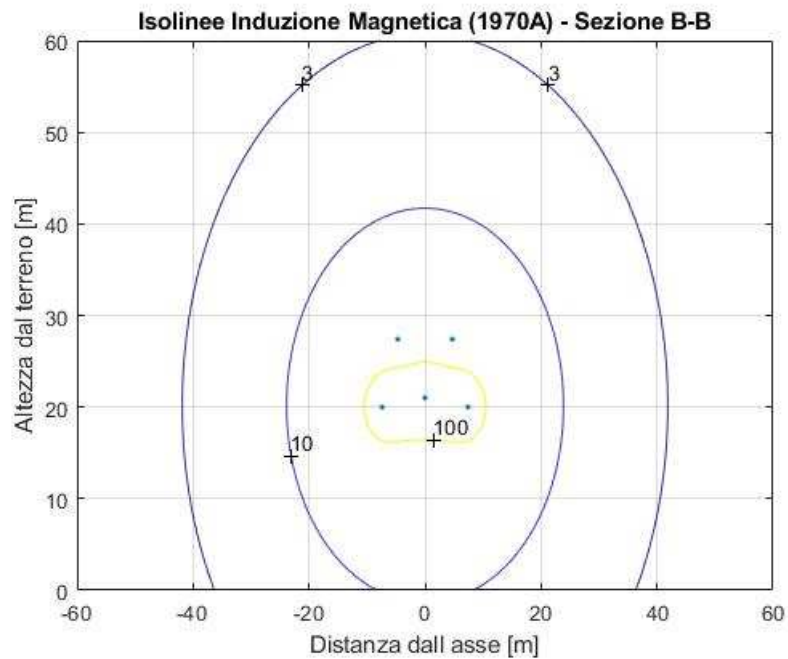
Di seguito si riportano le evidenze dei calcoli effettuati, con un modello di calcolo bidimensionale, che mostrano in particolare, sia nei tratti di parallelismo con altri elettrodotti che non, le diverse ampiezze delle fasce di rispetto in relazione alla portata considerata del tratto di elettrodotto aereo (effettiva o da norma) e all'effettiva portata dell'elettrodotto in cavo.

Si è voluto inoltre valutare la fascia di rispetto dell'elettrodotto che determina il parallelismo con quello in progetto ovvero dell'elettrodotto a 380kV "Genzano-Matera" al fine di valutare anche una condizione ex ante determinata dalla presenza dell'elettrodotto esistente e in assenza di quello di progetto.

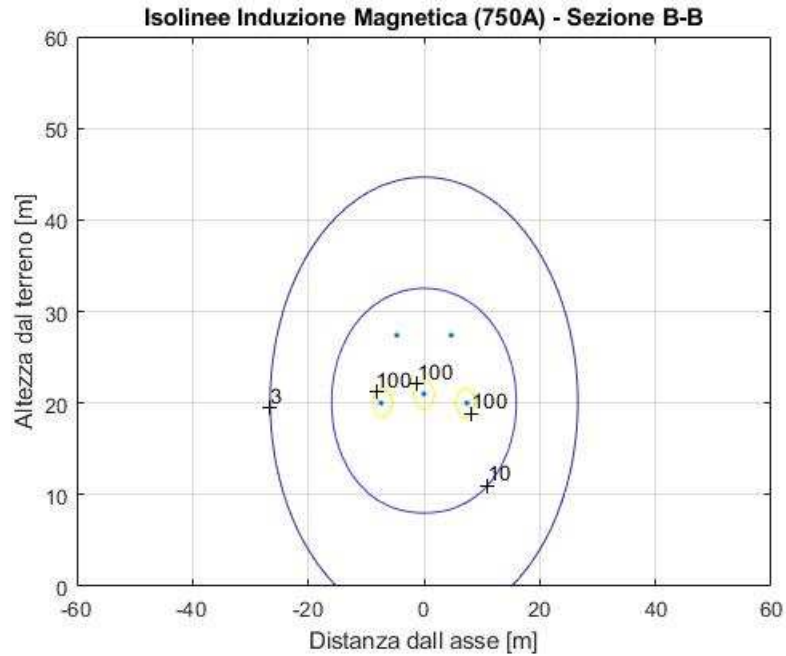
**Tratto in cavo elettrodotto in progetto in servizio permanente**



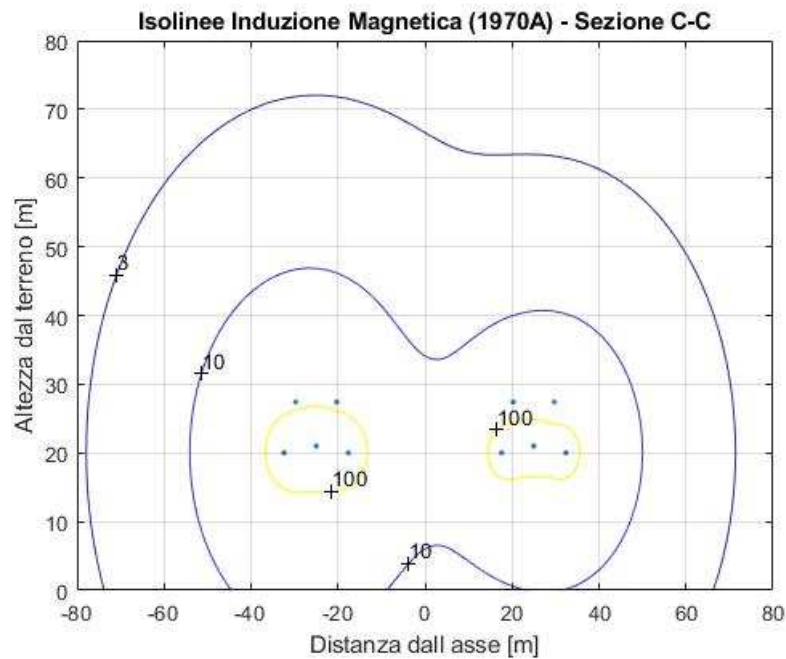
**Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando un'ampacity da CEI 11-60**



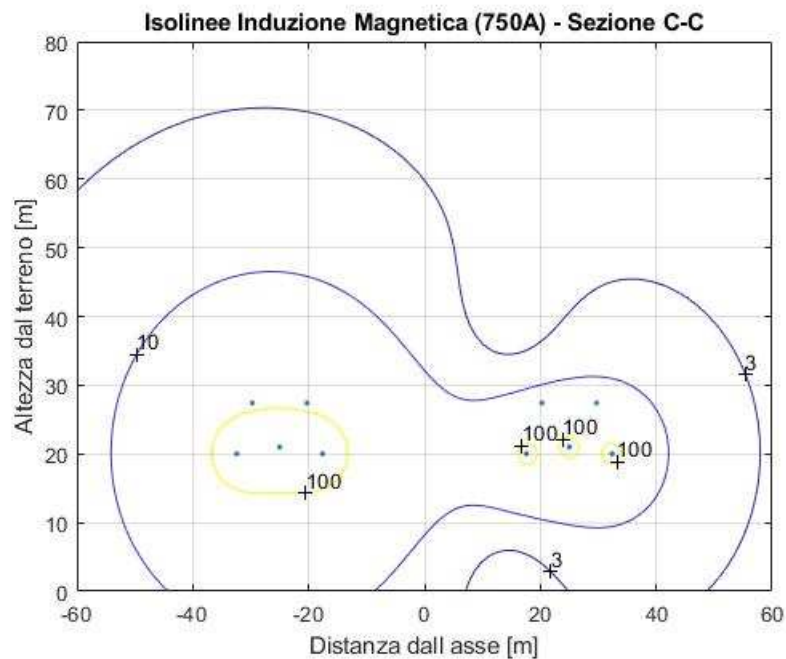
**Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando un'ampacity reale (massima ampacity tratto in cavo)**



**Tratto aereo elettrodotto in progetto - parallelismo con 380kV RTN trinato considerando per entrambi il valore da CEI 11-60**



**Tratto aereo elettrodotto in progetto - parallelismo con 380kV RTN trinato considerando la portata da CEI 11-60 per l'esistente ("Genzano - Matera") la reale portata per elettrodotto in progetto (massima ampacity tratto in cavo)**



## 7. Valutazione puntuale dell' esposizione a campi magnetici.

Per una valutazione condotta secondo la norma vigente, si rimanda agli elaborati:

- "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza"
- "PD-R.21– Relazione dei campi elettrico e magnetico opere di utenza per la connessione"

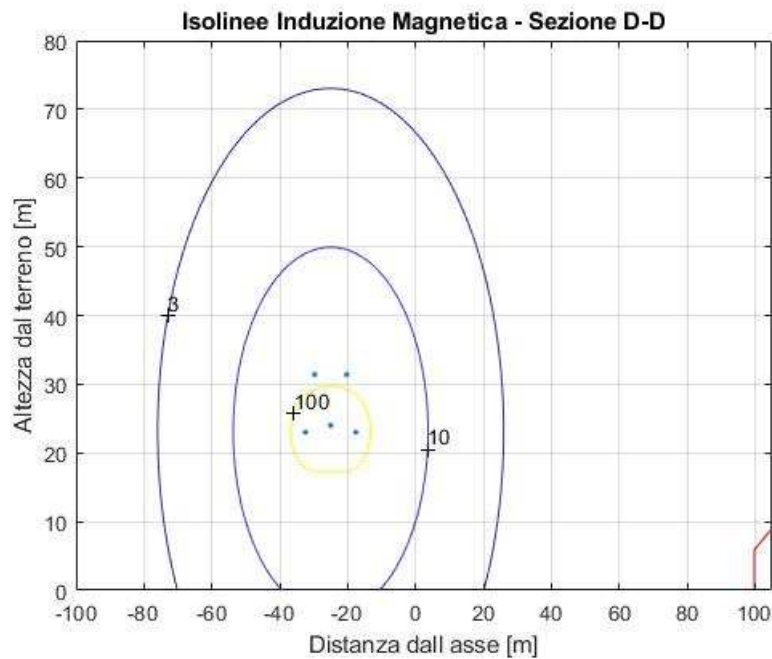
Si intende invece qui porre in evidenza e a confronto l'incidenza sugli edifici individuati e riportati nell'elaborato "PD-R.21– Relazione dei campi elettrico e magnetico opere di utenza per la connessione" nei seguenti casi:

- Situazione ex ante;
- Situazione ex post considerando la portata secondo CEI 11-60;
- Situazione ex post considerando la portata effettiva e reale del tratto aereo dell'elettrodotto pari a quella del tratto in cavo.

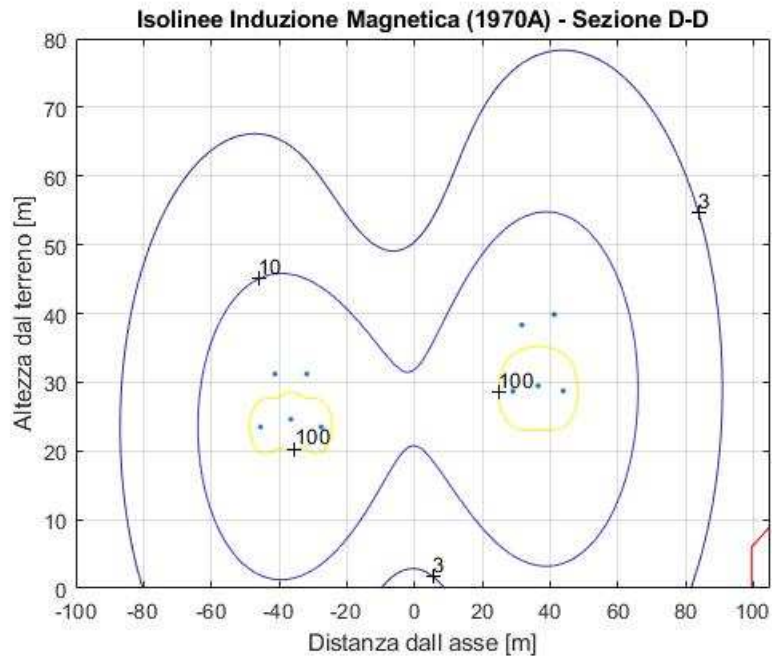
## 6.2 Sezioni di calcolo

Con riferimento al paragrafo precedente e all'elaborato grafico "PD-EP.27 – Planimetria catastale con fascia DPA- APA - opere di utenza" per la localizzazione dei punti in cui sono calcolate le fasce di rispetto, si riportano le sezioni di calcolo di seguito nelle varie condizioni su enunciate:

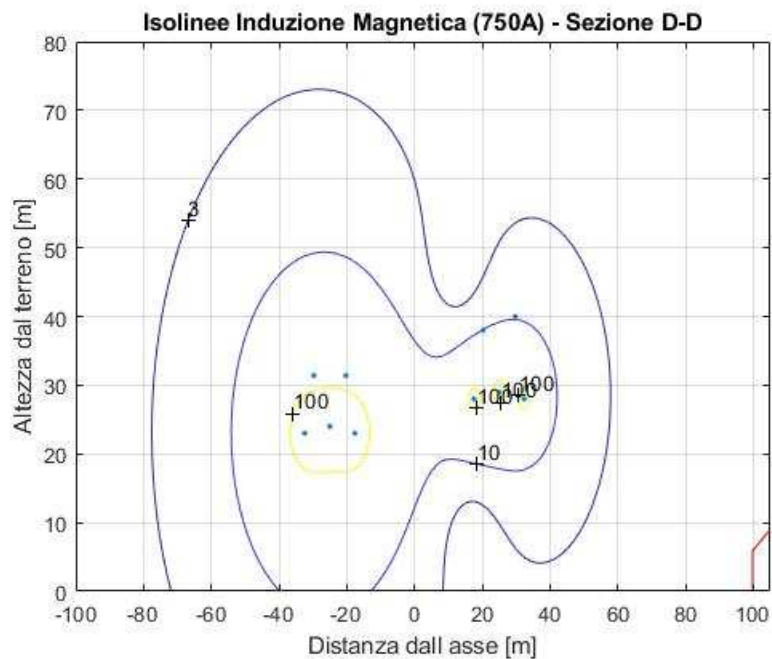
Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotta in progetto considerando la sola presenza dell'elettrodotta esistente a 380kV "Genzano-Matera" secondo la CEI 11-60 (EX ANTE)



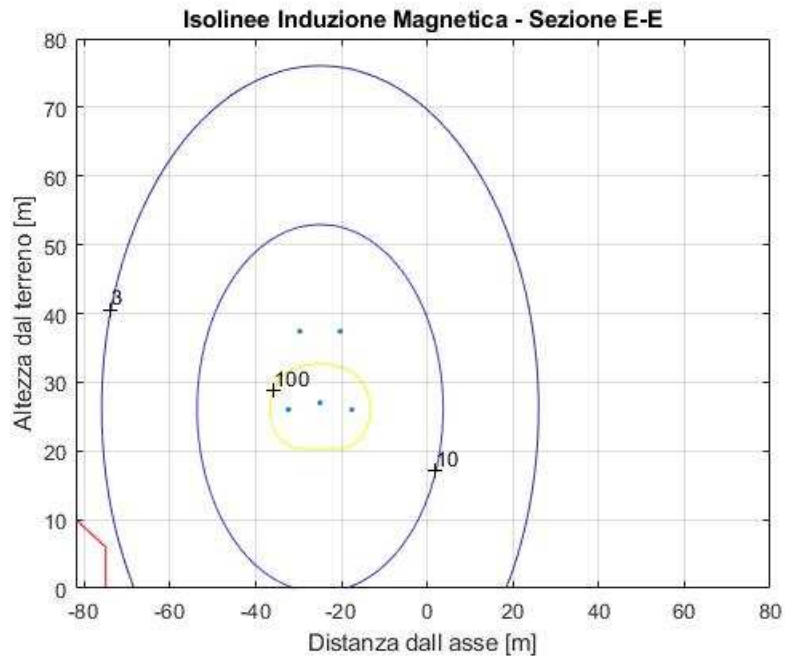
Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per entrambi gli elettrodotti, esistente ("Genzano Matera") e in progetto,



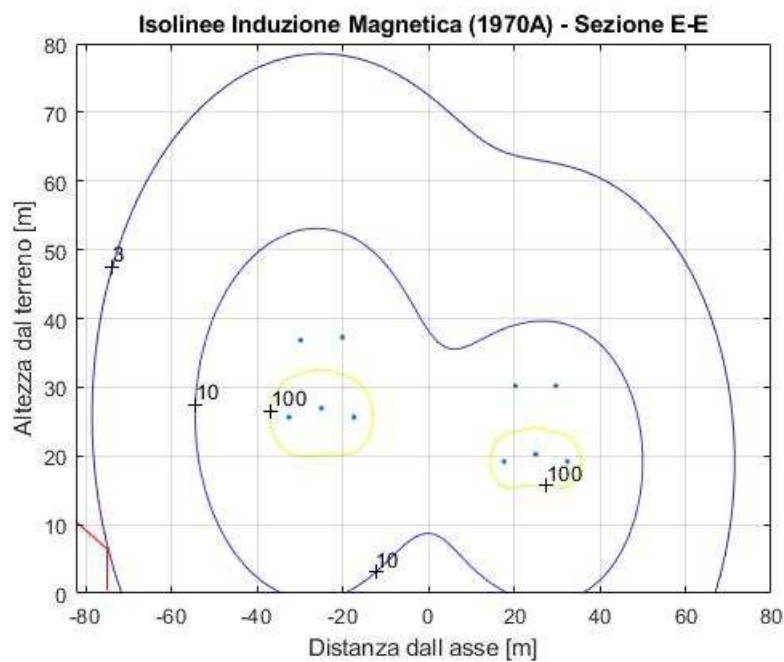
Sezione D-D - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per l'elettrodotto esistente ("Genzano Matera") e la portata reale dell'elettrodotto in progetto ,



Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la sola presenza dell'elettrodotto esistente a 380kV "Genzano-Matera" secondo la CEI 11-60 (EX ANTE)

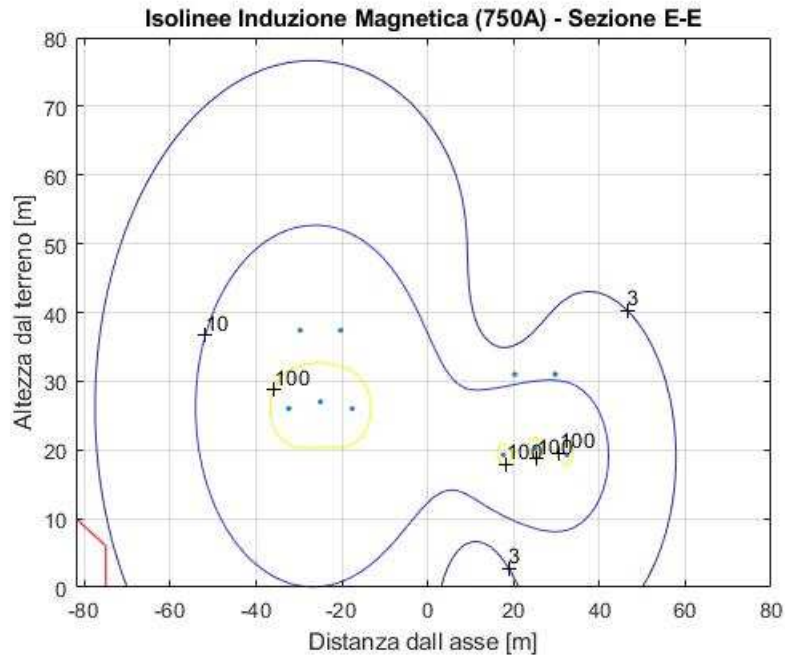


Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per entrambi gli elettrodotti, esistente ("Genzano Matera") e in progetto,





Sezione E-E - Tratto aereo elettrodotto in progetto considerando la portata da CEI 11-60 per l'elettrodotto esistente ("Genzano Matera") e la portata reale dell'elettrodotto in progetto ,



## 7. Conclusioni

Si può concludere che, sugli unici edifici presenti nelle vicinanze dell'elettrodotto in progetto, certamente il livello di induzione magnetica sarà accresciuto, a valle dell'intervento, rispetto a quanto oggi presente. Tuttavia, anche considerando di utilizzare per la valutazione il massimo valore di corrente determinato dalla CEI 11-60, entrambi gli edifici si trovano all'interno delle DPA ma all'esterno della fascia di rispetto.

Da quanto emerso e discusso nei precedenti paragrafi tale situazione limite, in realtà, non si configurerà mai poiché la massima corrente trasportata dall'elettrodotto aereo sarà pari a la massima portata dell'elettrodotto in cavo a regime permanente ovvero 750A anziché i 1970A previsti dalla CEI 11-60.

Spresiano, Roma, lì 20.07.2022

Il Tecnico specialista

