



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI PARMA
COMUNE DI BORGO VAL DI TARO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
DEL PARCO EOLICO
"MONTE CROCE DI FERRO"

Potenza complessiva 30 MW

PROGETTO DEFINITIVO
DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE
INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

POR-R.4

Relazione tecnica CEM
Opere di Rete

COMMITTENTE

**BORGOTARO
WIND**

Piazza del Grano 3
39100 Bolzano, Italia

GRUPPO DI LAVORO



GIUSEPPE
STEFANINI
INGEGNERE
VIA BERGONZI, 4 PARMA (PR)
TEL. 0521959199
E-MAIL: GIUSEPPE.STEFANINI@LIBERO.IT
PEC: GIUSEPPE.STEFANINI2@INGPEC.EU



MORI MANTOVANI ASSOCIATI srl
via Strasburgo 18A - 43123 PARMA PR
telefono 0521239944
www.morimantovani.it
mail@morimantovani.it



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

SOCIETA' CERTIFICATA



SCALA:

-

FIRME



Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione	Ricciardini P.	Ricciardini P.	Piovatucci A.	Marzo 2022



REGIONE EMILIA ROMAGNA

Comune di Borgo Val di Taro (Parma)

BORGOTAROWIND

Borgotaro Wind Srl

Piazza del Grano 3, Bolzano, P.IVA e Cod. Fisc. 03127880213

**PROGETTO DEL
PARCO EOLICO “MONTE CROCE DI FERRO”,
DELLE OPERE CONNESSE E
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI**

PIANO TECNICO DELLE OPERE

RELAZIONE TECNICA CEM – OPERE DI RETE



INDICE

1	PREMESSA	3
2	VALUTAZIONI CAMPO MAGNETICO	4
2.1	METODOLOGIA DI VERIFICA.....	4
2.2	CORRENTI DI CALCOLO	4
2.3	DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) ED AREA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (APA)	5
2.4	CALCOLO FASCE DI RISPETTO TRATTE IN CAVO INTERRATO	5
2.4.1	Posa a trifoglio singola terna	6
2.4.2	Rappresentazione della DPA	7
2.5	CALCOLO FASCE DI RISPETTO RACCORDI AEREI.....	7
2.5.1	Singola terna disposizione mensole a triangolo	8
2.5.2	Singola terna disposizione mensole in piano	9
3	INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE POTENZIALMENTE SENSIBILI	10
4	VALUTAZIONI CAMPO ELETTRICO	11
4.1	CALCOLO CAMPO ELETTRICO TRATTE IN CAVO INTERRATO	11
4.2	CALCOLO CAMPO ELETTRICO TRATTE IN ELETTRDOTTO AEREO	11
5	VALUTAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI STAZIONE ELETTRICA	13
5.1	DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA	13
5.1.1	Apparecchiature	13
5.2	VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO	14
6	CONCLUSIONI	17



1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di dimostrare, per l'opera in progetto, il rispetto del 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”*.

Tali valutazioni sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, nonché della “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”, approvata con DM 29 maggio 2008. (Pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

Il presente documento riporta i risultati e le conclusioni relativi al calcolo dei campi elettrico e magnetico generato dai seguenti impianti previsti in progetto:

- La futura Stazione Elettrica di smistamento 132 kV “SE Borgotaro”,
- Il raccordo aereo a 132 kV tra la linea esistente “Berceto – Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”;
- Il raccordo aereo a 132 kV tra la linea esistente “Pontremoli RT – Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”;
- I raccordi aereo – cavo 132 kV tra la Cabina “Borgotaro RT” e la futura “SE Borgotaro”.

Tutte le opere citate sono ubicate in Comune di Borgo Val di Taro, Provincia di Parma, in Regione Emilia Romagna.



2 VALUTAZIONI CAMPO MAGNETICO

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo magnetico proporzionale alla corrente che vi circola. Il valore dell'induzione magnetica decresce molto rapidamente con la distanza. Per il calcolo del campo del valore dell'induzione magnetica generata dall'elettrodotto oggetto di verifica è stato utilizzato il programma “EMF Tools Vers 4.08”, sviluppato da CESI in conformità alla norma CEI 211-4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

2.1 METODOLOGIA DI VERIFICA

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'obiettivo di qualità, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle fasce di rispetto.

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

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

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

In particolare la procedura da seguire, per la verifica della conformità dell'opera in materia di campi magnetici, è quella che si riporta di seguito:

1. Valutazione delle correnti di calcolo da applicare alla linea aerea (per il dettaglio vedere par. 2.2);
2. Calcolo le DPA, così come meglio definite nel par. 2.3, successivamente riportate in planimetria su base aerofotogrammetrica, in scala 1:2000 (per il dettaglio vedere planimetrie specifiche di progetto);
3. Verifica sulle planimetrie di cui sopra dell'eventuale presenza di recettori e manufatti ricadenti all'interno della DPA;
4. Per ognuno degli eventuali recettori individuati, provvedere ad un calcolo tridimensionale attraverso il quale verificare il non superamento dell'obiettivo di qualità, nel punto del recettore più vicino all'elettrodotto.
5. Per tutti gli altri manufatti accertare la destinazione d'uso e stato di conservazione attraverso visure catastali e sopralluoghi sul posto, potendo così escluderli dalla definizione di “recettore”.

2.2 CORRENTI DI CALCOLO

Come disposto nel D.M. 29 maggio 2008, nel calcolo, sono stati considerati i seguenti valori di corrente:

- Per il tratto in cavo interrato, con conduttore in alluminio di sezione pari a 1600 mm², la massima portata in regime permanente, così come definita nella Norma CEI 11-17, pari a 1000 A;



- Per i tratti in elettrodotto aereo costituenti i raccordi alla nuova SE Borgotaro la portata CEI 11-60 relativa al conduttore All./Acc. $\phi=22.8$ mm di prevista installazione corrispondente, per la zona B, a 442 A.

Per i tratti dove si mantiene il conduttore attualmente in opera in All./Acc. $\phi=19.38$ mm si considera come portata, a favore di sicurezza, la stessa prevista per il 22,8mm.

2.3 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) ED AREA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (APA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la **Distanza di Prima Approssimazione**, definita come “*la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto*”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di **Area di Prima Approssimazione**, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell'Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

Nella planimetria allegata doc n. POR-Tav.5.1, sono riportate le DPA, in scala 1:2.000.

Nei paragrafi 2.4 e 2.5 viene riportata la Distanza di Prima Approssimazione per le tratte in cavo interrato e per quelle dell'elettrodotto aereo mentre nel capitolo 5 è rappresentata la DPA per a nuova Stazione.

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al “come costruito”, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

2.4 CALCOLO FASCE DI RISPETTO TRATTE IN CAVO INTERRATO

Si riporta di seguito la rappresentazione della fascia di rispetto lungo una sezione dell'elettrodotto in cavo interrato, ottenuta con il software “EMF Vers.4.08”.

Viene inoltre riportato il valore della distanza di prima approssimazione (DPA) definita come “*la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto*”.

In relazione al tracciato scelto e alle modalità di posa prevista si riporta il calcolo delle DPA per le configurazioni di seguito:

- Posa 1: Singola terna di cavi posata a trifoglio;



2.4.2 Rappresentazione della DPA

Di seguito si riporta tabella riassuntiva delle DPA calcolate per le diverse configurazioni di posa previste:

Tipologia di posa	Disposizione geometrica	Profondità di posa	Distanza fra gli assi delle terne	DPA
<i>n.1 terna di cavi</i>				
Posa su terreno agricolo o su strada di una singola terna di cavi	Posa a trifoglio	1,5m	-	3m

La rappresentazione delle DPA per le in cavo interrato sono riportate nei seguenti documenti:

- Corografia di progetto con DPA-Opere di Rete 1:2.000 (doc. n. POR-Tav.5.1).

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col par. 5.1.3 dell'allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

2.5 CALCOLO FASCE DI RISPETTO RACCORDI AEREI

Si riporta di seguito la rappresentazione della fascia di rispetto generata dagli elettrodotti aerei, ottenuta con il software “EMF Vers.4.08”.

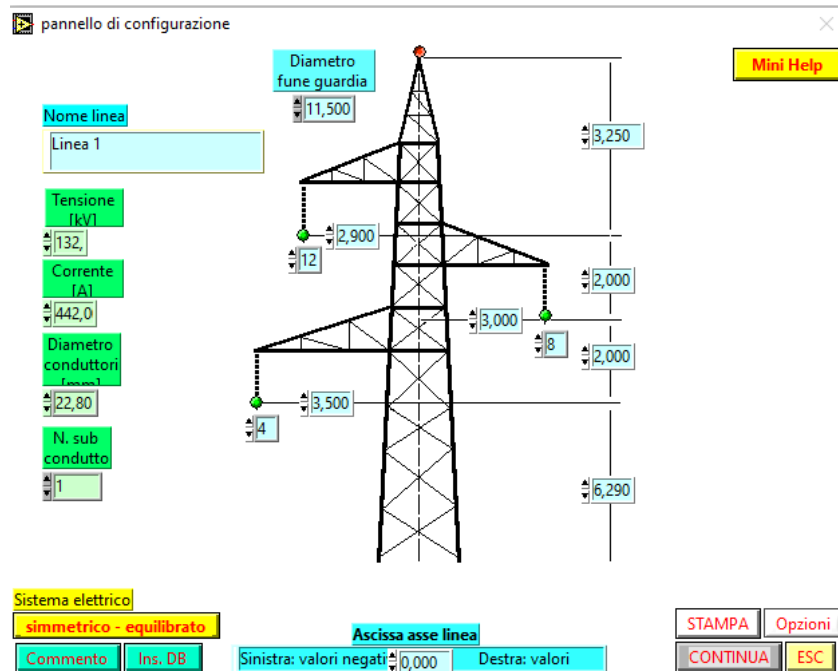
Viene inoltre riportato il valore della distanza di prima approssimazione (DPA) definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Vista la tipologia di sostegni impiegati e esistenti sono state analizzate le due configurazioni geometriche presenti la prima che prevede una disposizione a triangolo delle fasi la seconda che prevede invece la disposizione in piano dei conduttori.

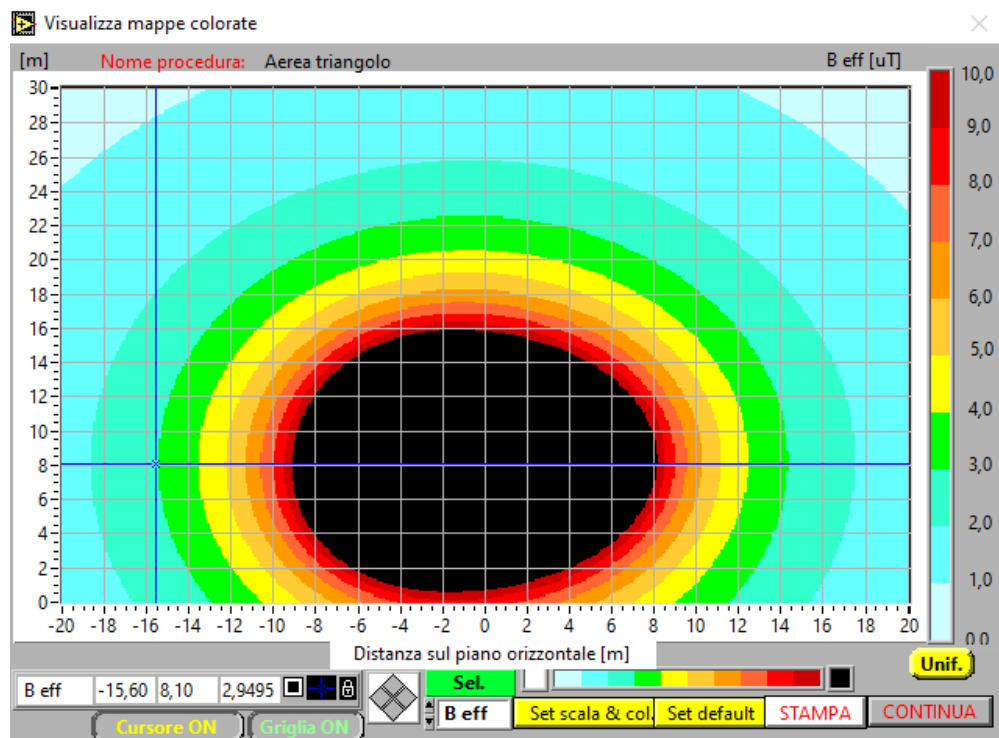


2.5.1 Singola terna disposizione mensole a triangolo

Posa 1 - Singola terna ($I = 442 \text{ A}$)



Cavi 132kV – Singola terna

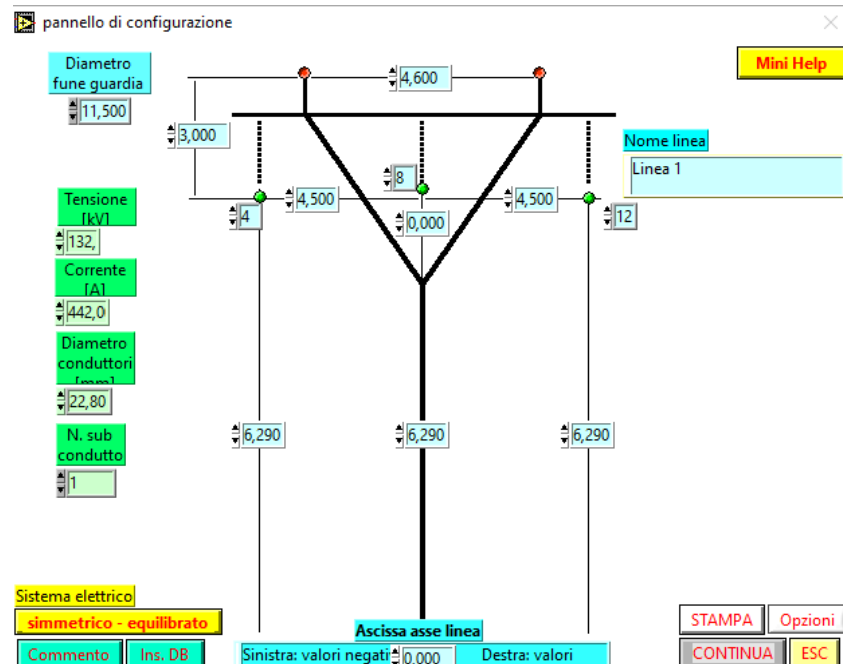


DPA = 16m

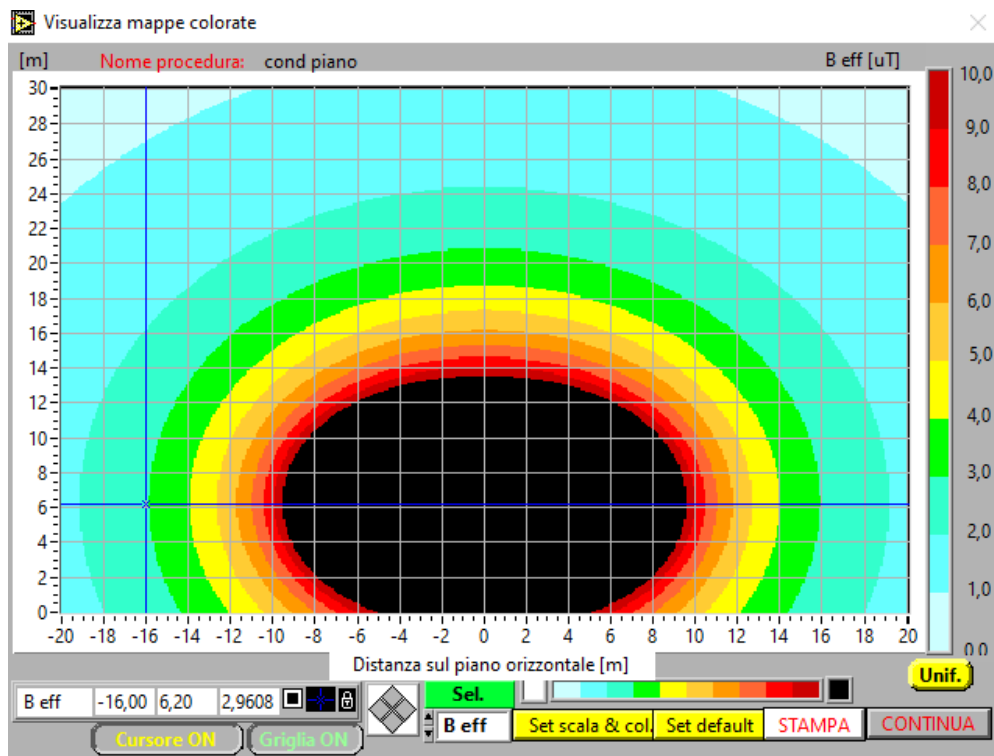


2.5.2 Singola terna disposizione mensole in piano

Posa 1 - Singola terna Posa a trifoglio (I = 442 A)



Cavi 132kV – Singola terna



DPA = 16m



3 INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE POTENZIALMENTE SENSIBILI

Dopo aver individuato le DPA si è proceduto all'analisi del territorio ricorrendo alle informazioni desunte da:

- Carta Tecnica Regionale;
- Ortofoto;
- Planimetrie e visure catastali;
- Sopralluoghi in sito.

Dalle analisi effettuate si evince che all'interno delle DPA non ricade nessun fabbricato.



4 VALUTAZIONI CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico generato dalla linea dipende unicamente dal valore della tensione a cui questa viene esercitata; esso è stato calcolato in conformità alla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".

L'altezza dal piano campagna, alla quale viene calcolato il valore del campo elettrico, è pari a 1.5 m. Tale valore è scelto in base alla Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 100 kHz, con riferimento all'esposizione umana", la quale considera, in generale, come "significativi ai fini della caratterizzazione dell'esposizione umana", i punti ad altezze di 1 - 1.5 m dal piano di calpestio.

4.1 CALCOLO CAMPO ELETTRICO TRATTE IN CAVO INTERRATO

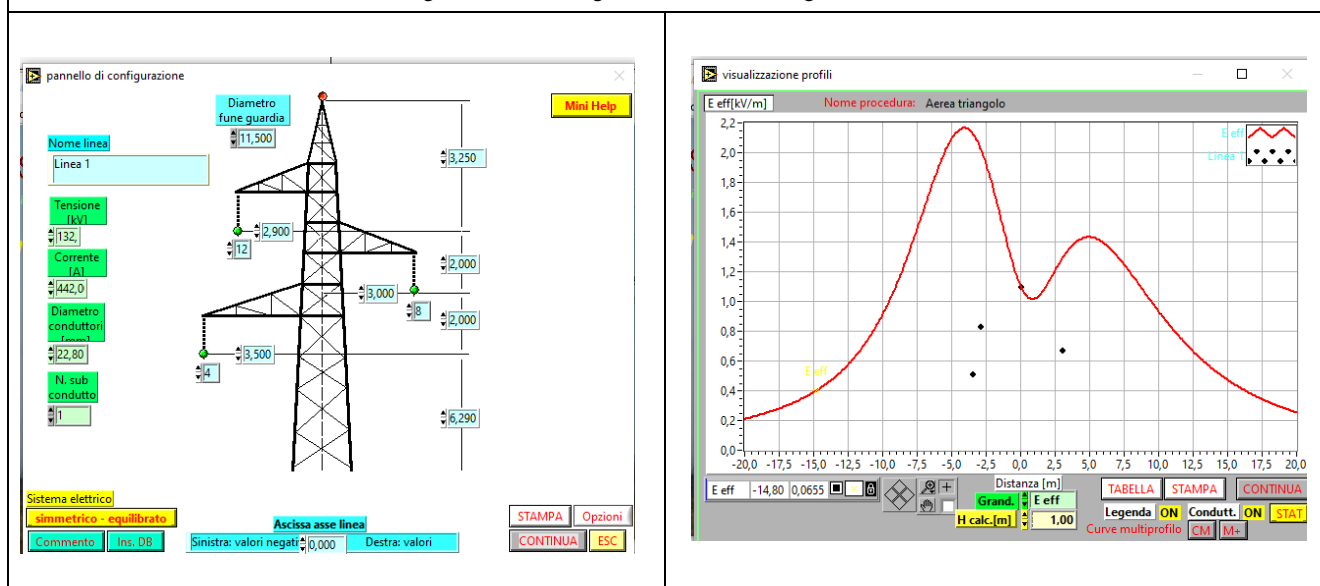
Nel caso di cavi interrati la presenza dello schermo e della vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende il campo elettrico di fatto nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito ovunque, indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

4.2 CALCOLO CAMPO ELETTRICO TRATTE IN ELETTRODOTTO AEREO

Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima secondo Normativa, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica in condizioni di Massima Feccia con temperatura di riferimento di 40°C (Zona B) e, in base ai criteri progettuali adottati, risulta pari a 6,82 metri. Questi valori risultano comunque cautelativi rispetto a quelli indicati nel D.M. 21/03/1988 e ss. mm. ii., riportante le altezze minime da terra e le distanze minime dai fabbricati, da rispettare, nella progettazione di nuovi elettrodotti aerei.

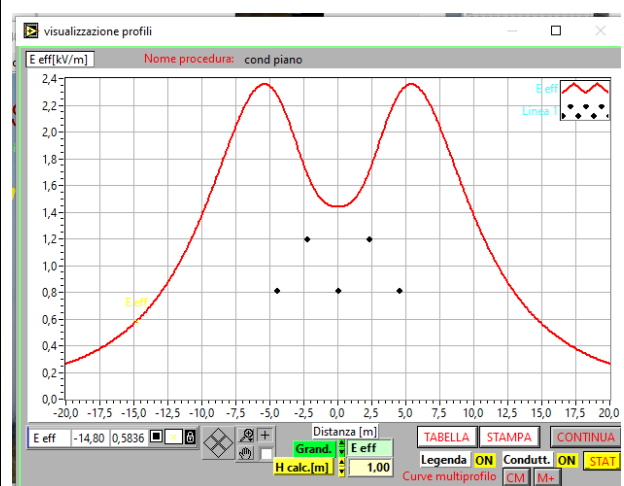
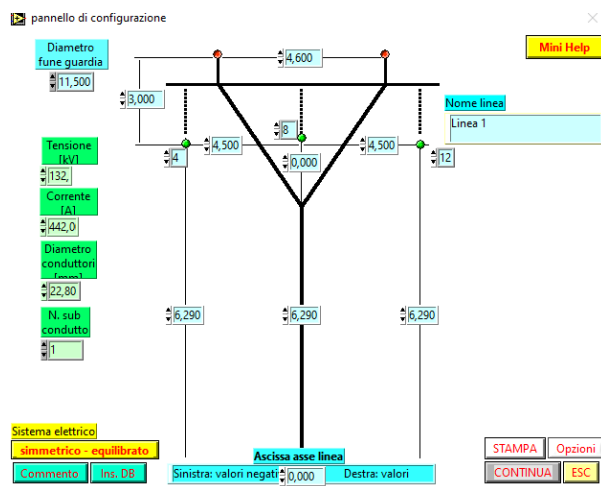
Di seguito viene riportato il profilo del campo elettrico calcolato ad 1.5 m dal terreno, per le tipologie di sostegni utilizzati nell'opera.

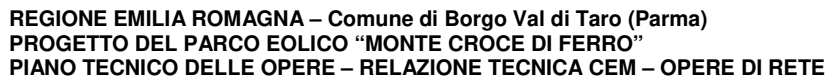
Configurazione sostegno mensole a triangolo 132kV s.t.





Configurazione sostegno mensole in piano 132kV s.t.





Di seguito si riporta il calcolo del campo magnetico ed elettrico generato dagli apparati di potenza presenti nella nuova stazione di smistamento 132kV SE Borgotaro.

La nuova Stazione Elettrica “SE Borgotaro” sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e stalli tradizionali: essa sarà pertanto del tipo AIS (Air Insulated Substation) cioè con isolamento sbarre e sezionamenti in aria. Nella massima estensione essa sarà costituita da:

-
- The diagram illustrates the internal layout of the 150 kV Sbarra A and Sbarra B substations. The layout is enclosed in a green boundary line. Key components and labels include:
- 150 kV**: Voltage level of the main busbars.
 - Sbarra A** and **Sbarra B**: The two main busbar sections.
 - 1**: Main control building.
 - 2**: Transformer area.
 - 3**: Circuit breaker and busbar assembly.
 - 4**: Ingress staircase (Ingresso Stazzone).
 - 5**: Transformer area.
 - 6**: Transformer area.
 - 7**: Transformer area.
 - 8**: Transformer area.
 - 9**: Transformer area.
 - 10**: Transformer area.
 - 11**: Transformer area.
 - 12**: Transformer area.

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono interruttori, sezionatori per connessione delle sbarre AT, sezionatori sulla partenza linee con lame di terra, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico a protezione degli autotrasformatori, trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali (si veda la tavola allegata al progetto delle Sezioni elettromeccaniche). Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

13



Frequenza nominale	50	Hz
Correnti limite di funzionamento permanente:		
Sbarre 132 kV	2000	A
Stalli linea 132 kV	1250	A
Stallo di parallelo sbarre 132 kV	2000	A
Potere di interruzione interruttori 132 kV	31.5	kA
Corrente di breve durata 132 kV	31.5	kA
Condizioni ambientali limite	-25/+40°C	

5.2 VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

La metodologia di calcolo utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot-Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In questo caso il calcolo è bidimensionale, e viene modellizzato considerando conduttori di lunghezza infinita e con direzione perfettamente ortogonale al piano.

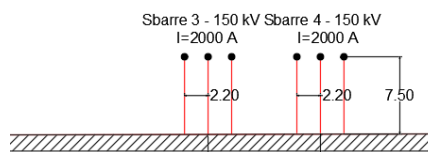
Per i calcoli è stato utilizzato il programma di simulazione “EMF Tools 4.2.2” sviluppato per Terna dal CESI procedendo sia al calcolo della fascia di rispetto, e di conseguenza determinando la DPA, sia al calcolo del campo elettrico a 1m dal suolo. Per le fasce di rispetto, sono utilizzati i seguenti dati:

- Portata di corrente massima per ciascun elemento;
- Diametro, materiali e disposizioni geometriche come da progetto;
- Profondità/altezza dei conduttori rispetto al suolo;

L'ipotesi fondamentale alla base del calcolo delle fasce di rispetto consiste nel calcolare il campo elettromagnetico generato dalle sbarre a 150 kV, considerando la portata massima di corrente che scorre con verso concorde tra le sbarre stesse. Tale ipotesi è fortemente cautelativa poiché la probabilità che nei 2 gruppi sbarra circoli la corrente massima ammissibile in senso concorde è del tutto irrealistica. Inoltre si sottolinea come, in generale, Terna (ente gestore della RTN) ha dimostrato che generalmente la fascia DPA rimane all'interno della stazione con qualsiasi condizione di corrente circolante).

Entrando nel merito del calcolo, mediante il software EMF Tools 4.2.2, si sono calcolate le curve equilivello del campo magnetico.

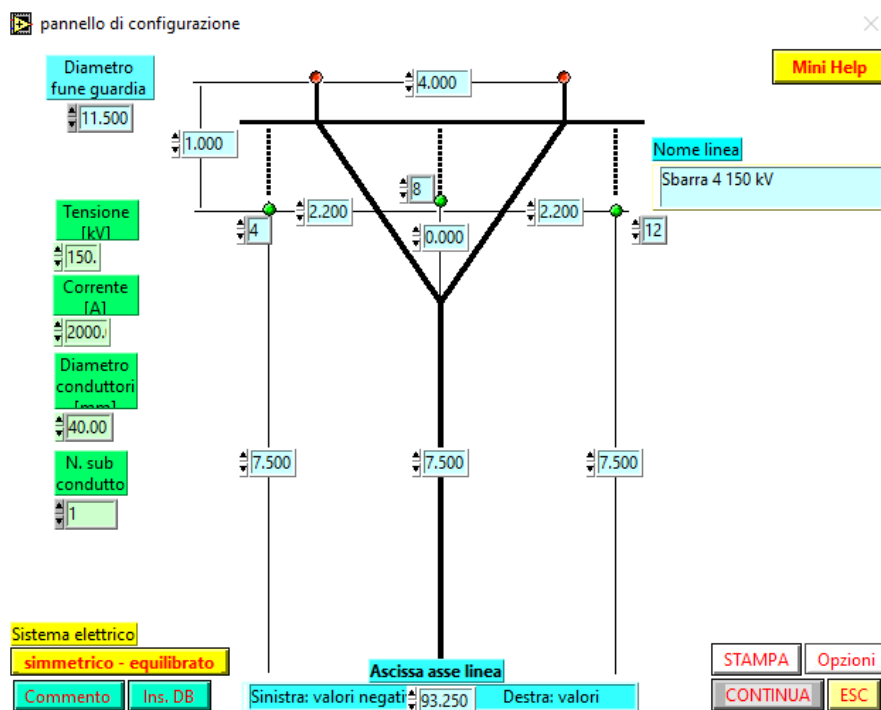
In particolare, nella sezione vengono modellate le 2 sbarre, come da configurazione geometrica seguente:



Sezione di calcolo

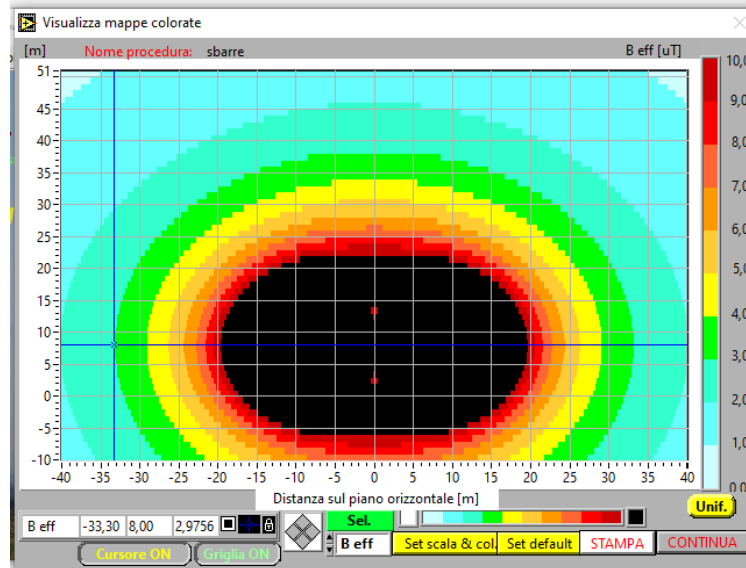
Le sbarre a 150 kV hanno con un'altezza dal suolo di 7.5 m, distanze reciproche tra le sbarre 2,20m e un interasse di 10,4 m.

La portata di corrente è quella massima prevista su ciascuna sbarra e la disposizione delle fasi su ciascun gruppo sbarra, partendo da sinistra verso destra è la seguente: 4-12-8.



Configurazione geometrica sbarra 4.

Ovviamente nelle figure precedenti è riportata la sagoma di un traliccio, unica rappresentazione schematica presente nel software di calcolo, quindi con la presenza anche di funi di guardia, totalmente influenti ai fini del calcolo. Nella figura sottostante si riportano le curve isolivello del campo elettromagnetico generato, ponendo la progressiva 0 in corrispondenza della sbarra centrale 1:

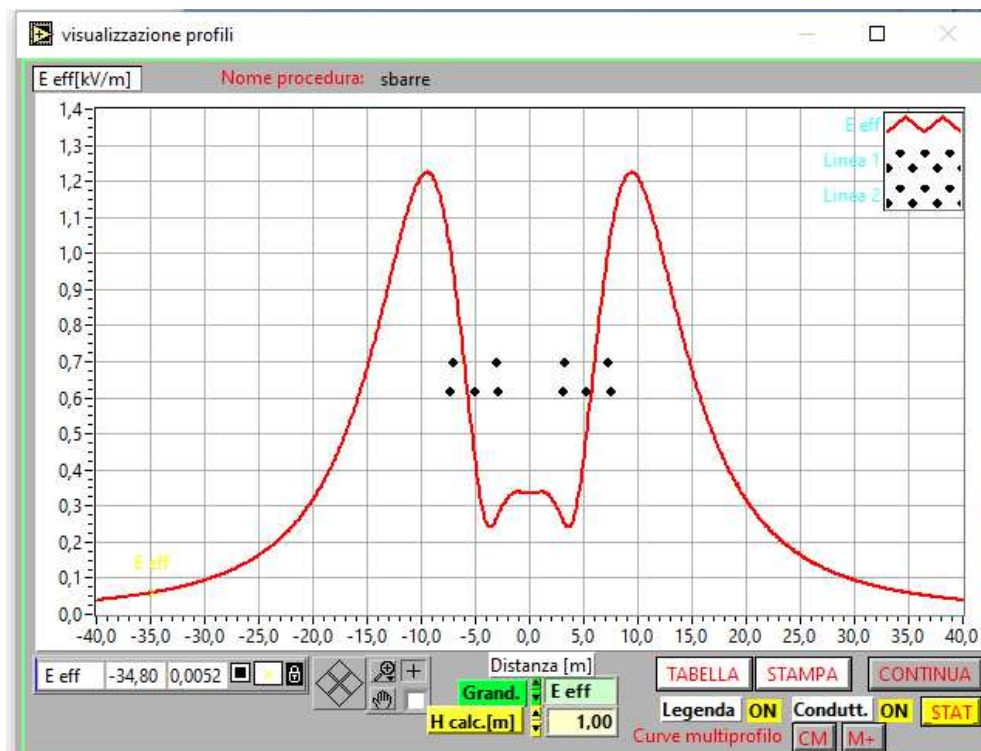


Campo elettromagnetico generato dalle 2 sbarre con verso della corrente concorde.

Come si può notare dalla figura soprastante, l'ampiezza della fascia APA ha estensione di 35 m dalla mezzeria delle due sbarre. Internamente alle sbarre il campo è sempre maggiore di $3 \mu\text{T}$.

Mediante queste simulazioni si è potuto rappresentare l'area caratterizzata da valori del campo elettromagnetico superiore a μT in caso di circolazione della corrente massima nelle sbarre

Per le stesse configurazioni geometriche si è valutato anche l'andamento del campo elettrico ad 1 m dal suolo, riportato nelle due figure successive:



Campo elettrico lungo la sezione generato dalle 2 sbarre, sempre inferiore a 1.5 kV/m.



6 CONCLUSIONI

Una volta determinate le distanze di prima approssimazione e le aree di prima approssimazione, così come definite nel D.M. 29 maggio 2008, è stato possibile elaborare le planimetrie dalla quale è stato possibile verificare la completa assenza di recettori all'interno delle zone sopracitate.

Viene inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM dell'8 Luglio 2003.

Si evince dunque, per l'opera in progetto, la completa conformità con i dettami del D.P.C.M dell'8 luglio 2003.