



CITTA' DI SANTERAMO IN COLLE

PROGETTO DEFINITIVO Impianto fotovoltaico "San Francesco" della potenza di 65,00 MW in AC e 75,10 MW in DC

COMMITTENTE:



sanfrancesco srl

SANFRANCESCO SRL
Galleria Vintler, 17 - 39100 Bolzano (BZ)
P.IVA: 03044290215
Tel: 0039 02 99749383

SVILUPPATORE:



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



PROGETTAZIONE:



INSE Srl

Via San Giacomo dei Capri, 38
80128 - NAPOLI

Tel. 081 5797998 - e-mail: inse.srl@virgilio.it



PD

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione campi elettrici e magnetici

Tavola:

PFSFR65-R-02

Filename:

inse/S.Francesco/Relazione campi elettrici e magnetici.doc

Data 1°emissione:
Novembre 2019

Redatto:
N. Galdiero
P. Esposito

Verificato:
F. Di Maso

Approvato:
SAN FRANCESCO Srl

Scala:

Protocollo Tekne:

TKA562

n° revisione

1	
2	
3	
4	



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica	
PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 2 di 17

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. QUADRO NORMATIVO GENERALE.....	4
Normativa di riferimento.....	6
3. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	7
4. CAVO 150 kV	9
5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV “CONDIVISA”.....	12
6. CONCLUSIONI.....	16



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 3 di 17

1. PREMESSA

La società Terna s.p.a. ha ricevuto dalla Soc. Solar-Konzept italia s.r.l. la richiesta per la connessione sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico), della potenza di 65 MW denominato "San Francesco" da realizzare nel Comune di Santeramo in Colle (BA).

L'area dove dovrà essere realizzato il parco si trova ad una distanza di circa 5 Km dalla esistente Stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Matera" di proprietà di Terna.

La Soc. Terna ha rilasciato la "Soluzione Tecnica Minima Generale" (STMG) con Cod. Prat. 201800567 del 04/03/2019, successivamente volturata alla Soc. Sanfrancesco S.r.l., indicando la modalità di connessione che prevede la immissione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico sulla sezione a 150 kV della stazione di trasformazione 380/150 kV di "Matera" di Terna.

Tale modalità di connessione è stata rilasciata anche per altri impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico) e precisamente alla Soc. Solar-Konzept italia s.r.l. la STMG Cod. pratica N. 201900283 del 26.06.2019 per un parco della potenza di 20 MW, successivamente volturato alla Soc. Barberio S.r.l., da realizzare nel Comune di Matera, alla Soc. Solar-Konzept italia s.r.l. la STMG Cod. Prat. 201900490 del 06/09/2019, successivamente volturato alla Soc. Natuzzi S.r.l., per un parco della potenza di 20 MW da realizzare nel Comune di Matera, nonché alla Agersud Società Agricola a.r.l. ed alla Soc. Solare Italia s.r.l.

Pertanto, pur trattandosi di procedimenti autorizzativi distinti, Terna ha richiesto la condivisione di un unico collegamento a 150 kV da realizzare in antenna a 150 kV alla stazione di trasformazione 380/150 kV "Matera" di Terna.

In particolare, la produzione di energia elettrica sarà immessa sulle sbarre a 30 kV di una nuova stazione di trasformazione 30/150 kV di utenza da condividere con i suddetti altri produttori mediante cavi interrati a 30 kV da posare in una trincea le cui dimensioni e caratteristiche saranno meglio specificate in altra relazione.

L'energia elettrica prodotta sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 15/20 MVA 30/150 kV collegato ad un sistema di sbarre con isolamento in aria, che, con un breve collegamento in cavo interrato a 150 kV, si conetterà alla stazione di trasformazione 380/150 kV distante circa 220 metri.

Il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco fotovoltaico alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 4 di 17

- a) Rete in cavo interrato a 30 kV dal parco fotovoltaico (PFV) ad una nuova stazione di trasformazione 30/150 kV;
- b) N. 1 Stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV (Stazione utente condivisa)
- c) N. 1 elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento della stazione 30/150 kV allo stallo 150 kV della SE di trasformazione 380/150 kV di Matera (indicato da Terna nella STMG).

Dette opere, che costituiscono opere di utenza, sono state progettate ed inserite nel Piano Tecnico delle Opere (PTO) da presentare alle amministrazioni competenti per le necessarie autorizzazioni alla realizzazione ed all'esercizio.

La presente relazione descrive l'andamento dei campi elettrici e magnetici e calcola la fascia di rispetto delle opere di cui ai punti b) e c).

2. QUADRO NORMATIVO GENERALE

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).

Il 12/07/99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente, nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare 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 della salute da effetti acuti;
- **valore di attenzione**, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica

PFSFR65-R-02

Rev. 00
del 30/11/2019

Pagina 5 di 17

- **obiettivo di qualità**, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro, emanata nel 2001, comporta la prescrizione e l'osservanza in Italia di misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali ed adottate da tutti i paesi dell'Unione Europea, che hanno accettato il parere del Consiglio di quest'ultima; infatti, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitavano gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato emanato il D.P.C.M. 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", che ha fissato :

- il **limite di esposizione** in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- il **valore di attenzione** di 10 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere;
- il valore di 3 μT , da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore in condizioni normali di esercizio, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di ambienti abitativi e scolastici, di aree gioco per l'infanzia, luoghi adibiti a permanenza non inferiore alle quattro ore.

Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

E' opportuno ricordare che in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08/07/2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 07/10/2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli, neanche in melius.



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 6 di 17

Successivamente, in esecuzione della Legge 36/2001 e del suddetto il D.P.C.M. 08/07/2003, è stato emanato il D.M. ATTM del 29/05/2008, che ha definito i criteri e la metodologia per la determinazione delle fasce di rispetto, introducendo inoltre il criterio della “distanza di prima approssimazione (DPA)” e delle connesse “aree o corridoi di prima approssimazione”.

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

- portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell' invecchiamento;
- portata di corrente in regime permanente: massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05);
- fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità;
- distanza di prima approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo; dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Inoltre è stato definito il valore di corrente da utilizzare nel calcolo come la portata in corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata ed in dettaglio:

- per linee aeree con tensione superiore a 100 kV la portata di corrente in servizio normale viene calcolata ai sensi della norma CEI 11-60;
- per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17.

Normativa di riferimento

- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 Luglio 1999 relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici fino a 300 GHz (n. 1999/519/CE)
- 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";
- DMAATM 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica

PFSFR65-R-02

Rev. 00
del 30/11/2019

Pagina 7 di 17

- Legge 28 giugno 1986 n° 339 “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”
- 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”;

Norme CEI

- CEI 11-17 terza edizione “Linee in Cavo”
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 20-21, " Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente " terza edizione, 2007-10
- 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 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

3. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

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

Per il calcolo dei campi è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.05”, in conformità alla norma CEI 211 - 4 in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

La metodologia di calcolo utilizzata per determinare i valori dei campi elettromagnetici, è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree e in cavo. In particolare il campo di induzione magnetica viene simulato utilizzando un algoritmo numerico basato sulla legge di Biot - Savart, mentre il campo elettrico viene simulato a mezzo di calcoli basati sul metodo delle cariche immagini. Alla frequenza di rete (50 Hz), il regime elettrico è di tipo quasi stazionario, e ciò permette la trattazione separata degli effetti delle componenti del campo elettrico e del campo



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 8 di 17

magnetico. Questi ultimi in un punto qualsiasi dello spazio in prossimità di un elettrodotto trifase sono le somme vettoriali dei campi originati da ciascuna delle tre fasi e sfasati fra loro di 120°. In particolare, nel caso di un cavo interrato, il terreno di ricopertura ha un effetto schermante che annulla completamente il campo elettrico a livello del suolo. I risultati delle simulazioni sono rappresentati nelle fig. 3 e 4.

I valori restituiti sono illustrati mediante due diverse modalità:

- **I profili laterali** visualizzano le curve del campo elettrico e dell'induzione magnetica calcolati dal programma per la configurazione degli elettrodotti in esame su un piano parallelo al piano di campagna (suolo). I valori delle ascisse, sono espressi in metri ed indicano la distanza dal punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, mentre l'ordinata è espressa in μT o kV/m e rappresenta il valore del campo calcolato relativamente a punti situati all'altezza del piano considerato rispetto al piano di campagna.
- **Le mappe verticali** rappresentano, mediante la visualizzazione di aree colorate, l'andamento dei campi calcolati nella sezione verticale perpendicolare all'asse dell'elettrodotto; i valori espressi in metri sull'ascissa indicano la distanza rispetto al punto di origine del sistema cartesiano di riferimento, l'ordinata rappresenta invece, sempre in metri, l'altezza da terra.

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

4. CAVO 150 kV

Per il tratto di cavo 150 kV "SE 30/150 kV- Castellaneta-Smistamento" è stato scelto di posare un cavo in alluminio avente sezione 1000 mmq, con isolamento in politene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, schermo in alluminio saldato e rivestimento in polietilene e con un diametro esterno di 103 mm.

Lo schema tipo del cavo 150 kV è il seguente:

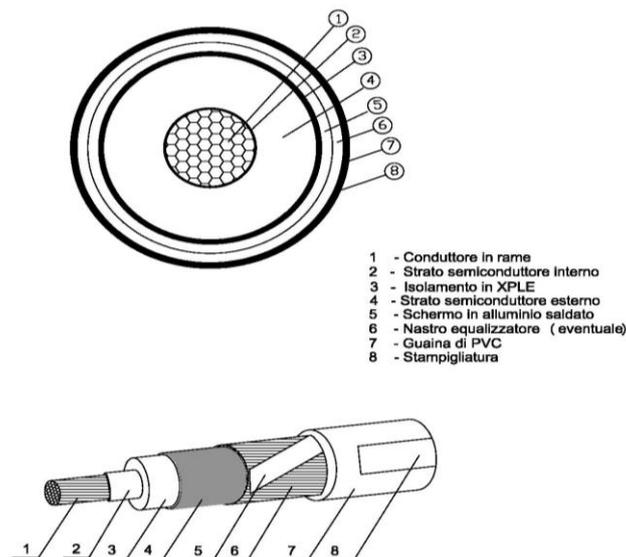


Figura 1. Schema tipo del cavo 150 kV

Il cavo sarà posato, lungo il tracciato, in configurazione a trifoglio, con schermi collegati con il sistema "cross bonding", temperatura del conduttore non superiore a 90°, profondità di posa 1,70 m, temperatura del terreno 20°C, resistività termica del terreno 1,5°Cxm/W.

Con le ipotesi di cui sopra la corrente nominale in regime permanente, rilevata dalla scheda tecnica riportata nella relazione tecnica PFSFR65-R-01 è pari 910 A.

Il tracciato del cavo presenterà pertanto la seguente sezione di posa riportata schematicamente in figura 2 per il valore di corrente di 910 A e la profondità di posa di 1,7 metri.

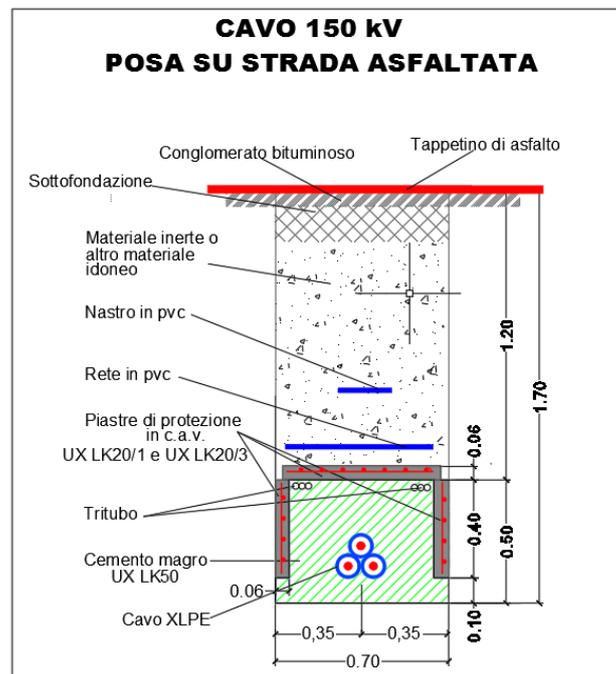
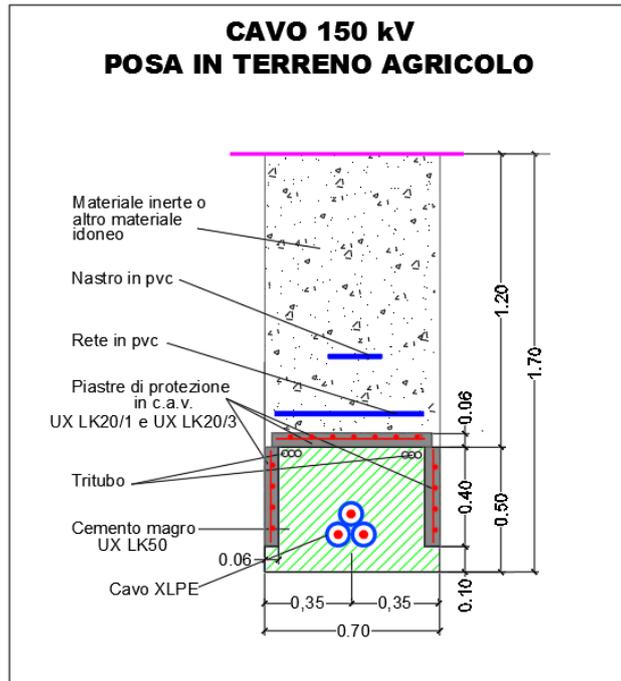
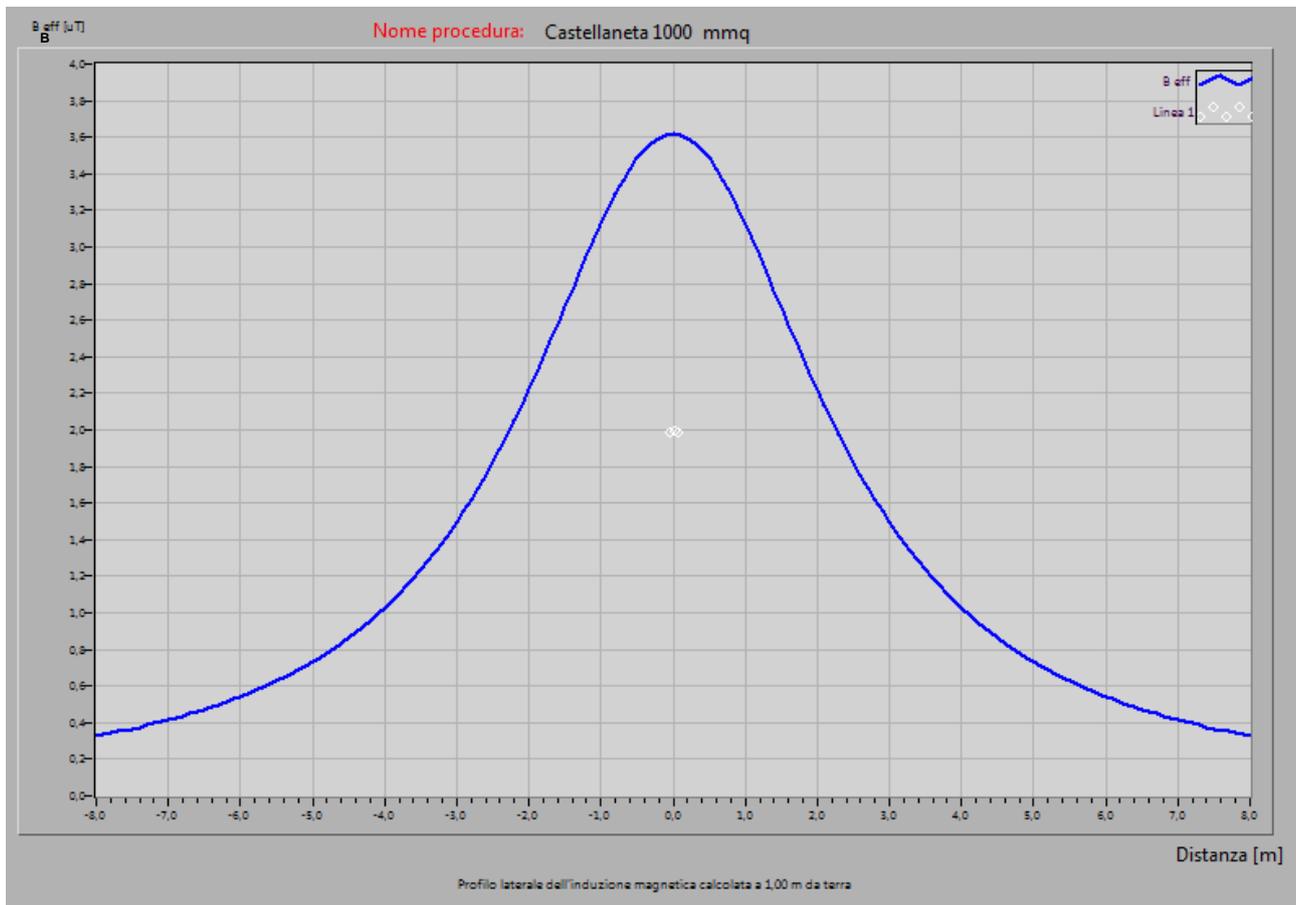


Figura 2: Posa cavo 150 kV "SE 30/150 kV – SE Castellaneta"

Con la suddetta geometria di posa e con i valori di massimo carico abbiamo i seguenti andamenti del campo magnetico ad un metro sul suolo:

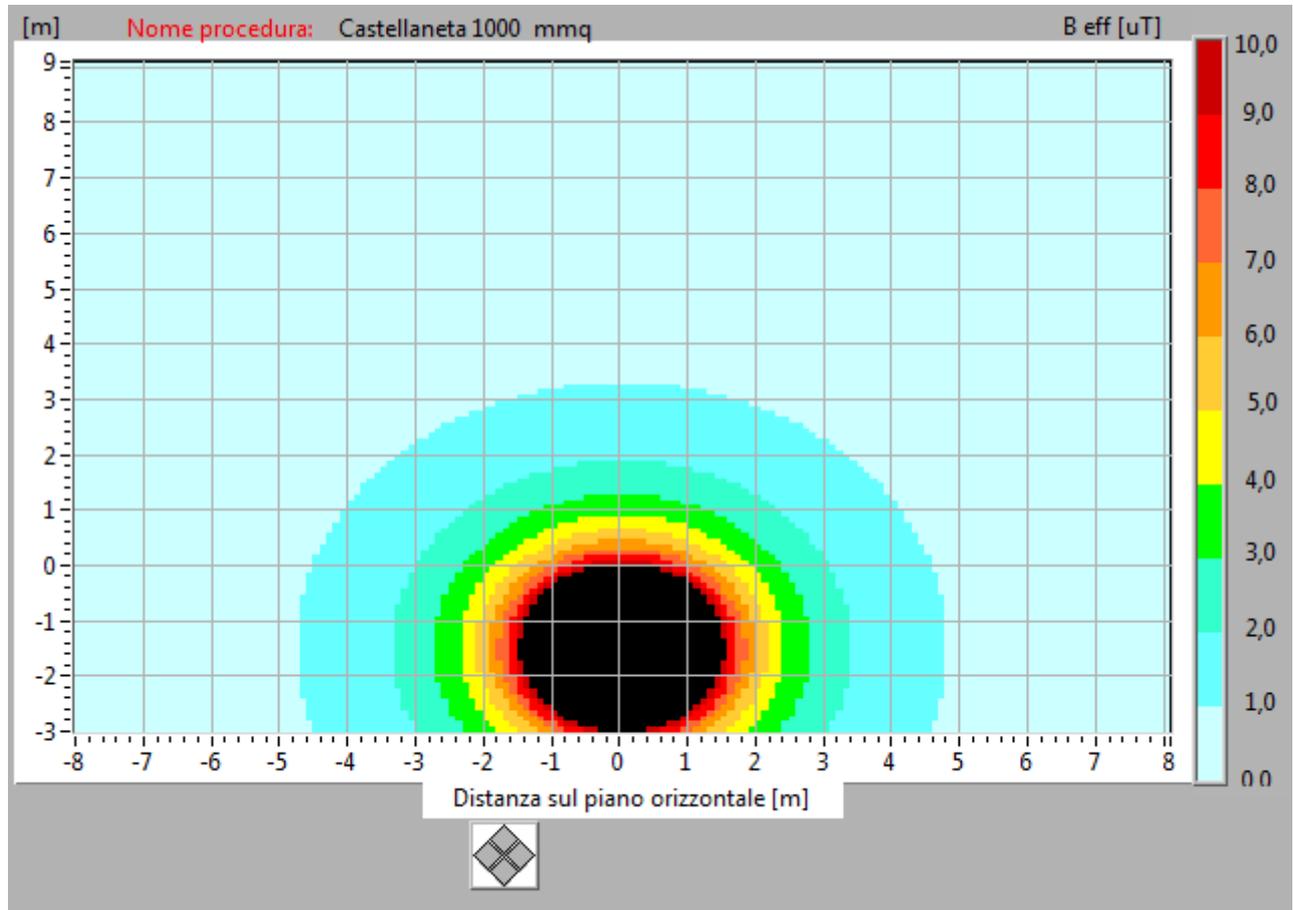


**Fig. 3 Profilo laterale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA -
V=150 kV I = 910 A**

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 3,6 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

Si osserva inoltre che la Dpa (distanza alla quale il valore di induzione magnetica è pari a 3 μT) è di 1,20 m a sinistra e a destra dall'asse e pertanto, per approssimazione come da normativa, la fascia di rispetto per tutto questo tratto vale circa 4,0 m quindi +/- 2 m centrata in asse linea.

La mappa verticale dell'induzione magnetica a quota conduttori è la seguente:



**Fig. 4 Mapa verticale induzione magnetica (B) sezione tipo con indicazione della DPA -
V=150 kV I = 910 A**

5. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV "CONDIVISA"

La stazione di trasformazione 30/150 kV é assimilabile per configurazione a stazioni primarie (punto 5.2.2 del DM 29.05.2008) e non ad una cabina elettrica (punto 5.2.1) essendo dotata di recinzione esterna. Pertanto, per questa tipologia di impianti la Dpa e, quindi la fascia di rispetto, rientra, prevedibilmente, nei confini di pertinenza dell'impianto delimitato dalla stessa recinzione.

La stazione 150 kV è costituita da un sistema di sbarre che costituisce il quadro 150 kV unica sorgente di campi elettrici e magnetici in quanto la linea elettrica in cavo 150 kV di collegamento alla stazione di smistamento al paragrafo 4 sono stati valutati gli impatti elettrici e magnetici.

I conduttori delle sbarre sono tubolari rigidi di 100 mm di diametro con le fasi disposte in piano a distanza di 2,2 m tra loro e a 7,5 m di altezza dal suolo, attraversati dalla corrente di 2000 A (corrente nominale di sbarre).

La geometria di tali conduttori è pertanto la seguente:

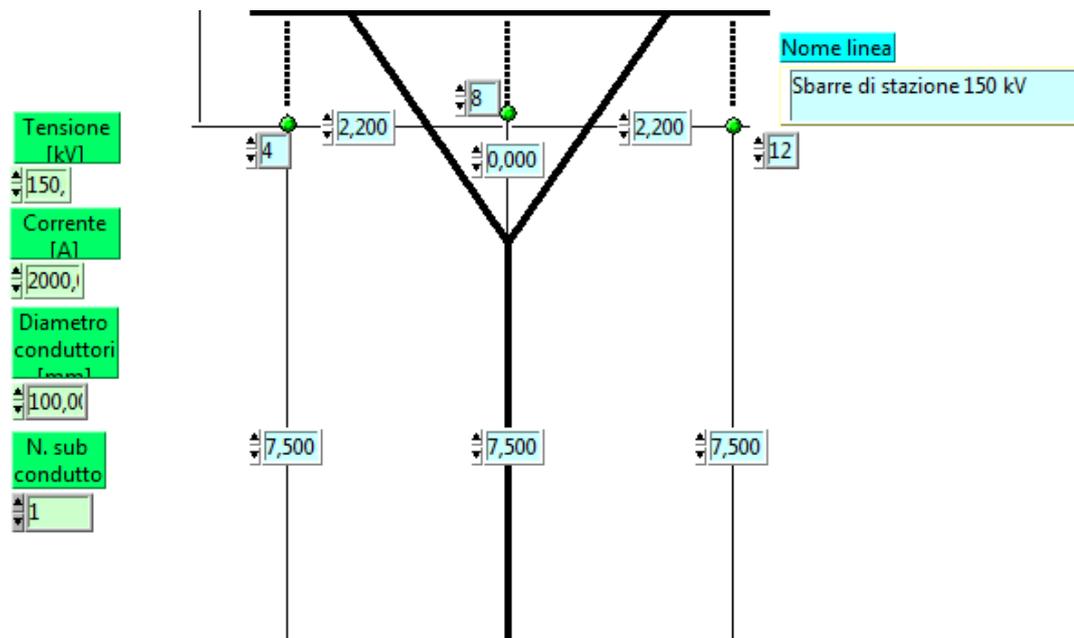


Fig. 5 Schema sezione sbarre 150 kV Stazione di trasformazione 30/150 kV con caratteristiche geometriche e di carico

Per quanto su detto abbiamo il seguente andamento di campo elettrico calcolato in sezione ortogonale all'asse sbarre a 1 m sul suolo:

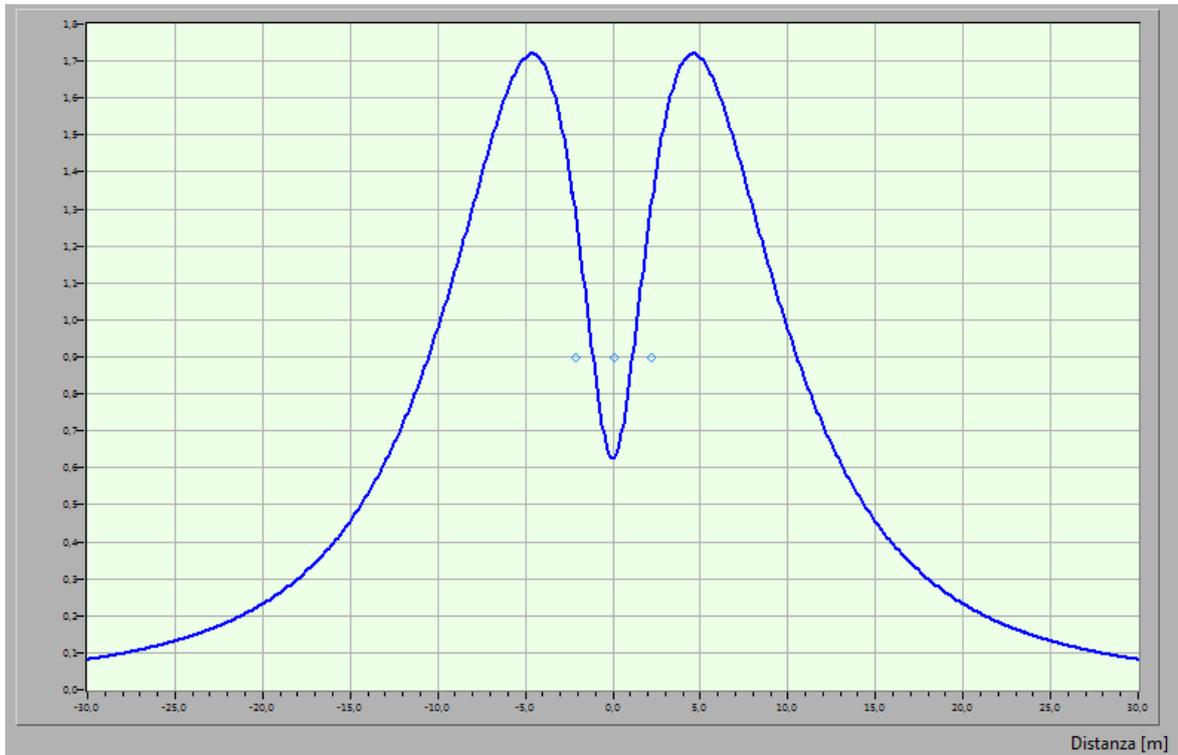


Fig. 6 Profilo laterale campo elettrico (E) sbarre 150 kV

Dal suddetto diagramma si evince che il valore massimo del campo elettrico calcolato ad un metro sul suolo è pari a 1,72 kV/m inferiore al valore di 5 kV/m di esposizione previsto dalla normativa.

Per quanto riguarda l'andamento del campo magnetico abbiamo i seguenti diagrammi:

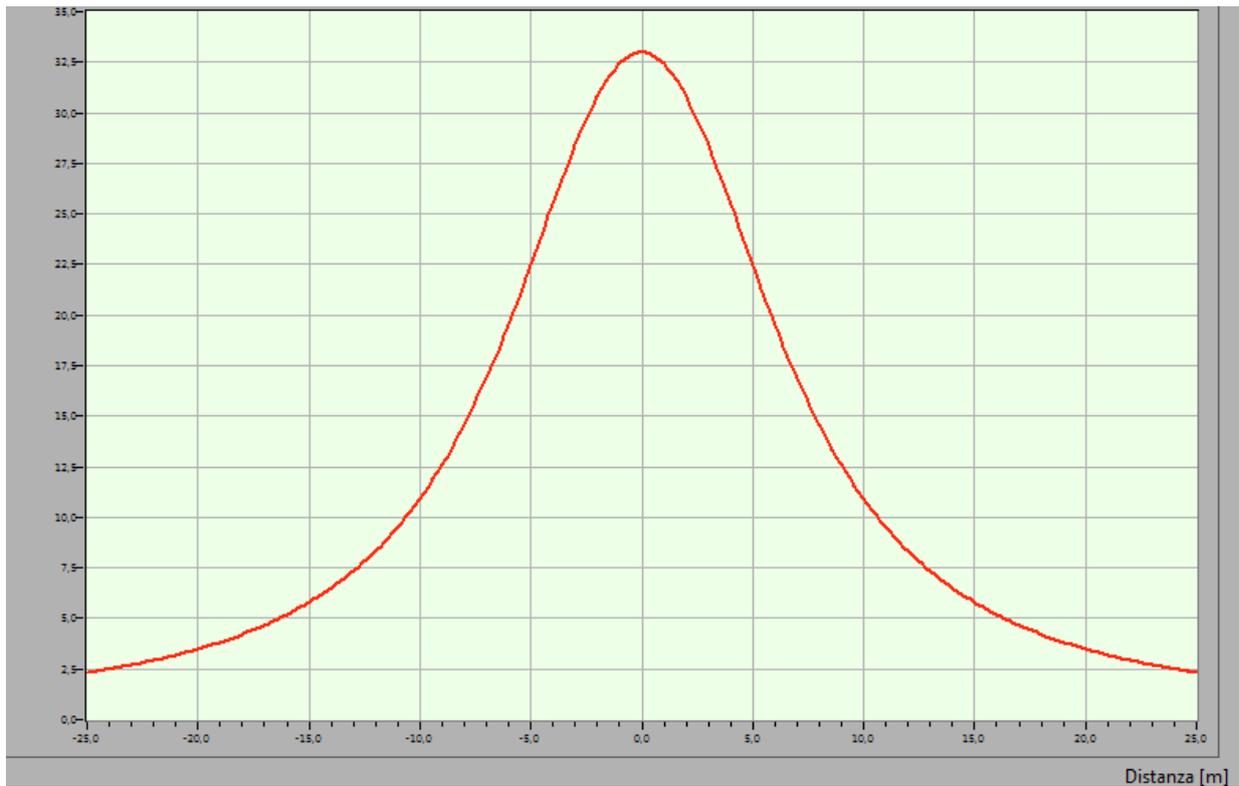


Fig. 7 Profilo laterale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

Dal grafico si riscontra che valori di campo magnetico a quota 1 metro sul piano terreno vale 35 μT inferiore al limite di esposizione pari a 100 μT .

La mappa verticale dell'induzione magnetica calcolata a quota conduttori (7 m sul piano di stazione) è la seguente:

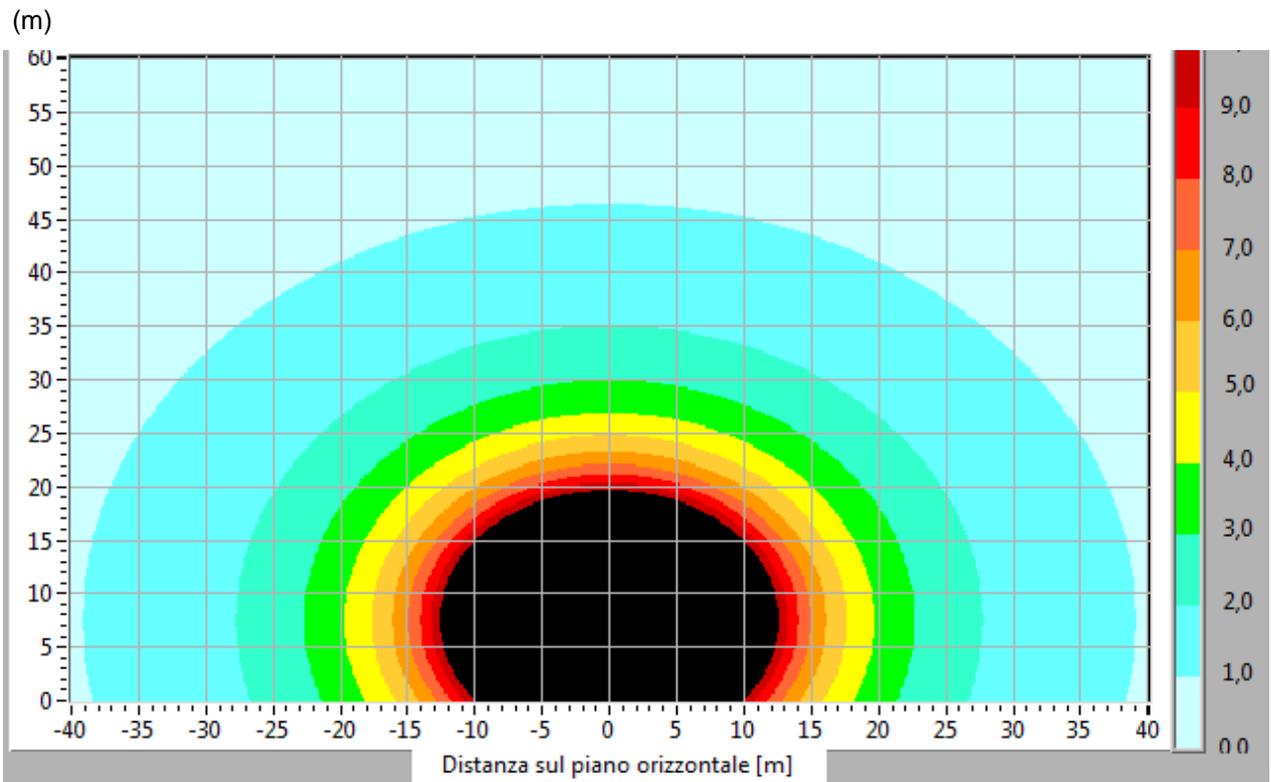


Fig. 8 Mappa verticale induzione magnetica (B) sbarre 150 kV

Dai diagrammi si evince che i $3 \mu\text{T}$ si ottengono alla distanza di circa 22 m dall'asse sbarra e conseguentemente la fascia di rispetto vale ± 22 m centrata in asse sbarre.

L'elaborato PFCA60-D-08 riporta la fascia Dpa all'esterno della quale i valori sono inferiori a $3 \mu\text{T}$.

6. CONCLUSIONI

Riepilogo Dpa e fasce di rispetto per tratte di impianto

DM Ministero Ambiente: Decreto 29 Maggio 2008

	Dpa (m)	Fascia di rispetto (m)
CAVO 150 kV	1,2	± 2
SBARRE 150 kV	22	± 22

Come si evince dalla corografia e dalla planimetria catastale, all'interno dell'area di prima approssimazione (Dpa) precedentemente calcolata, non ricadono edifici o luoghi adibiti ad abitazione con permanenza non inferiore alle 4 ore.



RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Codifica	
PFSFR65-R-02	
Rev. 00 del 30/11/2019	Pagina 17 di 17

Pertanto, dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica le opere elettriche progettate, come illustrato nel piano tecnico delle opere di cui fa parte la presente relazione, sono conformi alla normativa vigente.