

RIQUALIFICAZIONE A 380 kV DELL'ELETTRODOTTO "CASSANO - RIC. OVEST BRESCIA" NELLA TRATTA COMPRESA TRA LE CITTA' DI CASSANO D'ADDA E CHIARI ED OPERE CONNESSE

**Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati
Definizione delle Distanze di Prima Approssimazione (DPA)**

Storia delle revisioni

Rev.	Del	Descrizione
Rev. 01	Del 18/01/2016	Precisazioni su interferenze con linee RFI (pag 4)
Rev. 00	Del 30/10/2013	Prima emissione

Elaborato		Verificato			Approvato
M. Caneva	J. Garau				L. Sabbadini
ING-REA-APRI-NE	ING-REA-APRI-NO				ING-REA-APRI-NO

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE	4
	2.1 CORRENTI DI CALCOLO.....	4
	2.2 CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) IMPURTURBATA.....	5
3	METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO ELETTRICO	5
4	RAPPRESENTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO PER TIPOLOGIA DI SOSTEGNO.....	6
	4.1 ELETTRDOTTO A 380 kV "CASSANO - CHIARI" - TRATTA DA PORTALE CASSANO A SOSTEGNO 87	6
	4.2 ELETTRDOTTO A 380 kV "CASSANO - CHIARI" - TRATTA DA SOSTEGNO 87 A PORTALE CHIARI.....	9
	4.3 MODIFICA INGRESSI AEREI LINEE T.304 E T.361, A 380 kV, SULLA STAZIONE DI CASSANO	11
	4.4 COLLEGAMENTO IN SINGOLA TERNA, A 220 kV, ALL'ELETTRDOTTO L18.....	11
	4.5 RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE.....	12
5	VERIFICA DELLA PRESENZA DI PUNTI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLA DPA	13
6	CONCLUSIONI.....	13
7	ALLEGATI.....	13

1 PREMESSA

Il presente documento analizza i valori di campo elettrico e magnetico che attengono alla riqualificazione a 380 kV dell'elettrodotto n° L18 denominato "Cassano Ric. Ovest Brescia" nella tratta tra compresa tra le città di Cassano e Chiari.

Dette opere consisteranno, in dettaglio, nei seguenti:

1. Realizzazione dell'elettrodotto 380 kV tra le Stazioni Elettriche di Cassano e di Chiari.
2. Spostamento degli ingressi attuali alla stazione di Cassano delle linee esistenti a 380 kV denominate T. 304 e T. 361, modificando le sole campate di discesa dai sostegni esistenti ai portali di stazione.
3. Collegamento a 220 kV, mediante una campata tra i nuovi sostegni 87 e 68 nel Comune di Urago d'Oglio, tra il tratto dell'elettrodotto L18 (ST a 220 kV) che rimarrà in opera, fino alla stazione Ric. Ovest di Brescia e quello nuovo (DT a 380 kV) diretto verso la stazione di Chiari

La presente relazione ha lo scopo di definire le ipotesi di calcolo mediante le quali sono stati poi calcolati, relativamente agli interventi in oggetto, sia il campo elettrico, sia il campo magnetico espresso, quest'ultimo, attraverso la definizione delle *fasce di rispetto*.

Tali valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del DPCM dell'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*", 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).

Per "*fasce di rispetto*" si intende lo spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dalla Legge 22 febbraio 2001 n.36, all'interno delle *fasce di rispetto* 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 DPCM 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.

2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

2.1 CORRENTI DI CALCOLO

Nel calcolo di campo magnetico si è considerata la corrente elettrica corrispondente alla portata in servizio normale della linea, definita dalla norma CEI 11-60, in conformità al disposto del DPCM 08/07/2003, come indicato nella seguente tabella:

TENSIONE NOMINALE (kV)	Diametro conduttore (mm)	PORTATA IN CORRENTE DELLA LINEA SECONDO LA NORMA CEI 11-60 – ZONA B	
		PERIODO CALDO (A)	PERIODO FREDDO (A)
380 kV	31,5	680	770
220 kV	31,5	610	710

Nelle simulazioni che vengono eseguite, a misura di maggior cautela, si fa riferimento per la mediana nelle 24 ore in condizioni di normale esercizio, alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo riferito alla zona climatica di interesse.

Nei casi in esame (zona B) le portate in corrente dei collegamenti elettrici sono condizionate dai tratti in cui è presente il conduttore di sezione inferiore. La portate dei raccordi nel periodo freddo sono pertanto le seguenti:

- Elettrodotto 380 kV "Cassano - Chiari" in singola terna sdoppiata e ottimizzata nel tratto compreso tra il portale di Cassano ed il sostegno n° 87, con conduttore trinato \varnothing 31,5 mm = **2x1155 A**;
- Elettrodotto 380 kV "Cassano - Chiari" in doppia terna nel tratto compreso tra il sostegno n°87 ed il portale di Chiari ("entra-esce" sulla stazione di Chiari), con conduttore trinato \varnothing 31,5 mm = **2x2310 A**;
- Spostamento degli ingressi sulla Stazione di Cassano degli elettrodotti in singola terna, a 380 kV, T.304 e T. 361 con conduttore trinato \varnothing 31,5 mm = **2310 A**;
- Collegamento a 220 kV ST all'elettrodotto L18 con conduttore singolo \varnothing 31,5 mm = **710 A**;

2.2 CORRENTI SULLE LINEE ATTRAVERSATE

Nella tabella successiva vengono riportate le correnti considerate per gli elettrodotti non Terna prossimi all'elettrodotto impiegate per verificare gli effetti cumulati.

TENSIONE NOMINALE (kV)	Linea	Tipo conduttore	Diametro conduttore (mm)	PORTATA IN CORRENTE DELLA LINEA SECONDO LA NORMA CEI 11-60 – ZONA B	
				PERIODO CALDO (A)	PERIODO FREDDO (A)
220 kV		Aldrey 403mm ²	26,1	481	560
132 kV		ACSR	31,5	575	675
132 kV	L01-L02	ACSR	26,9	471	553

2.3 CALCOLO DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) IMPERTURBATA

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il DM 29/05/2008 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*”.

Tale decreto prevede per il calcolo della DPA l'utilizzo della configurazione spaziale dei conduttori, geometrica e di fase che forniscono il risultato più cautelativo; a tal proposito si riporta, nel *Capitolo 4*, l'ampiezza della proiezione a terra delle fasce di rispetto (l'estensione di tale fascia è detta, nel DM 29/05/2008, Distanza di Prima Approssimazione imperturbata) per tutte le tipologie di sostegni utilizzate. Per il calcolo, è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.8” sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4 ed in conformità a quanto disposto dal DPCM 08/07/2003.

3 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO ELETTRICO

Il campo elettrico generato da un elettrodotto aereo dipende unicamente dal valore della tensione a cui questo viene esercito; 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".

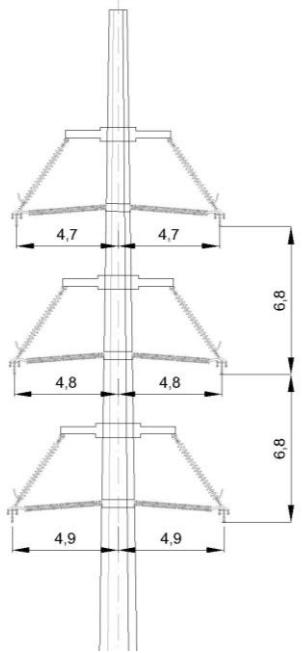
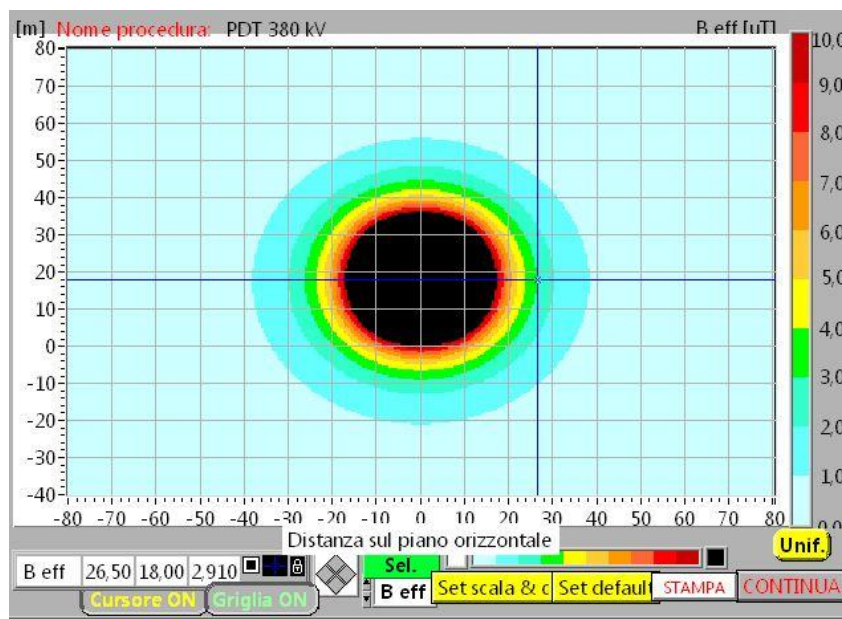
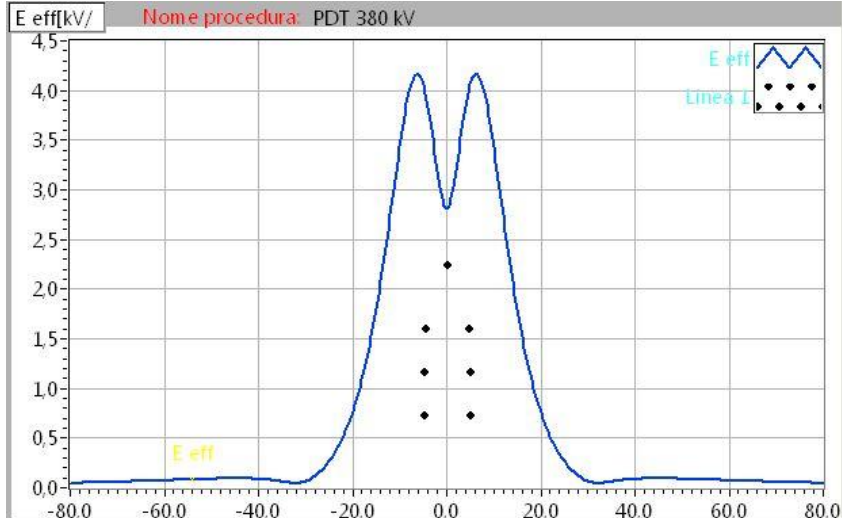
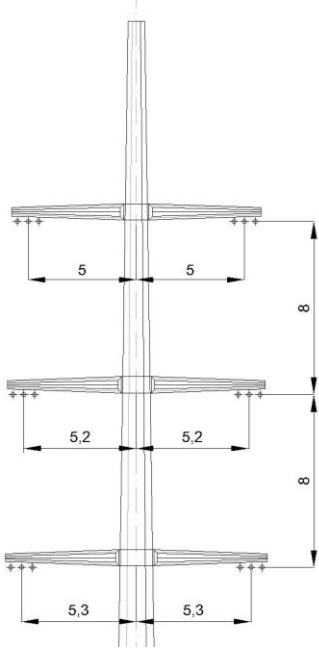
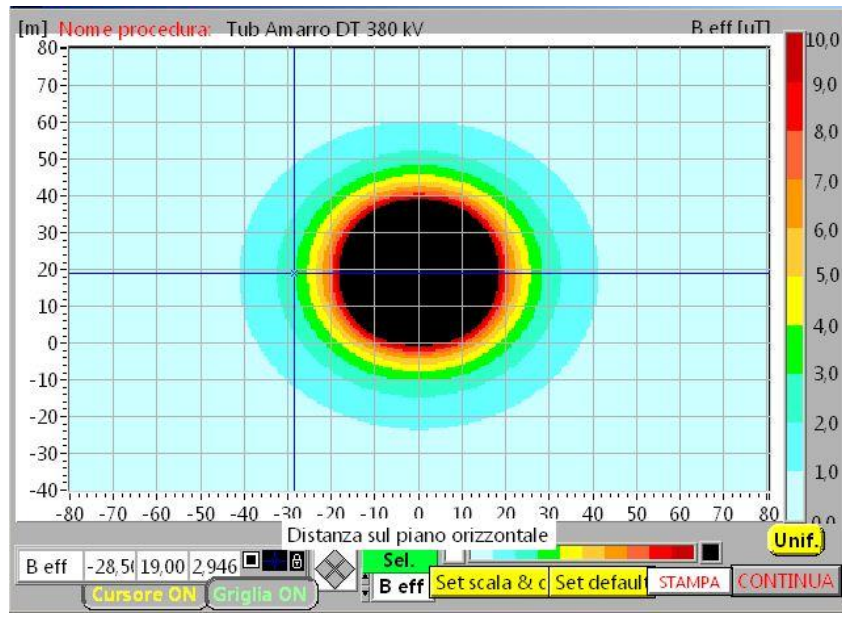
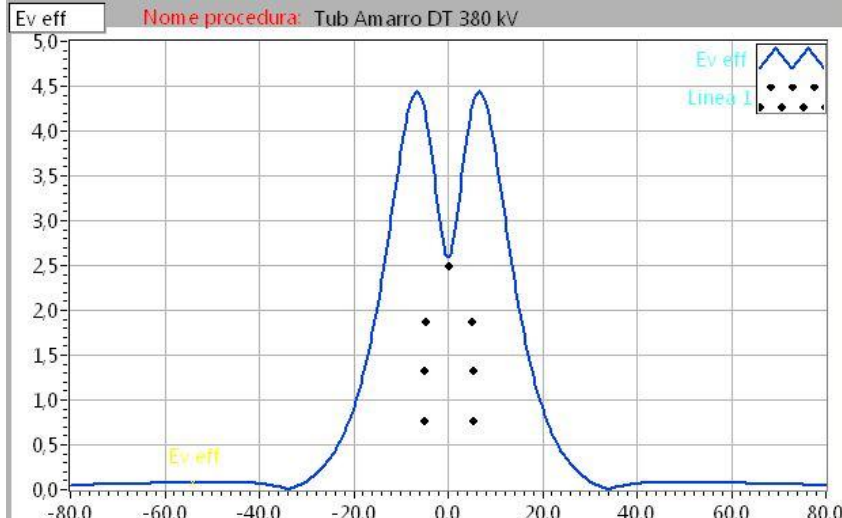
L'altezza dal piano campagna, alla quale è stato calcolato il valore del campo elettrico, è pari a 1.5 m.

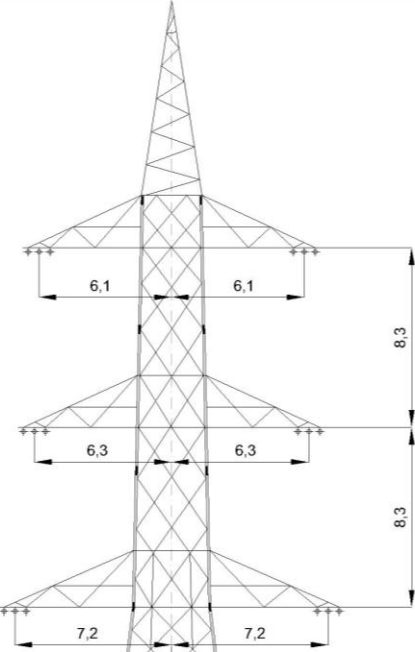
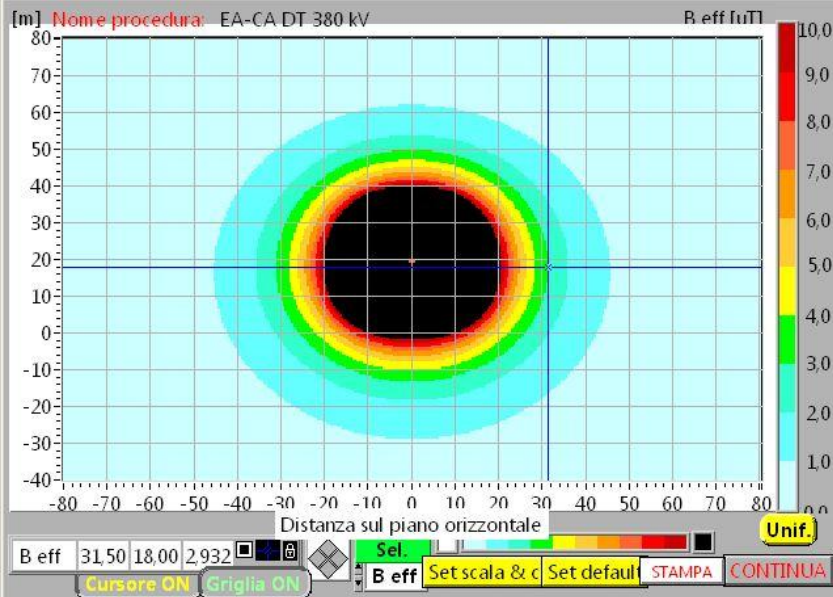
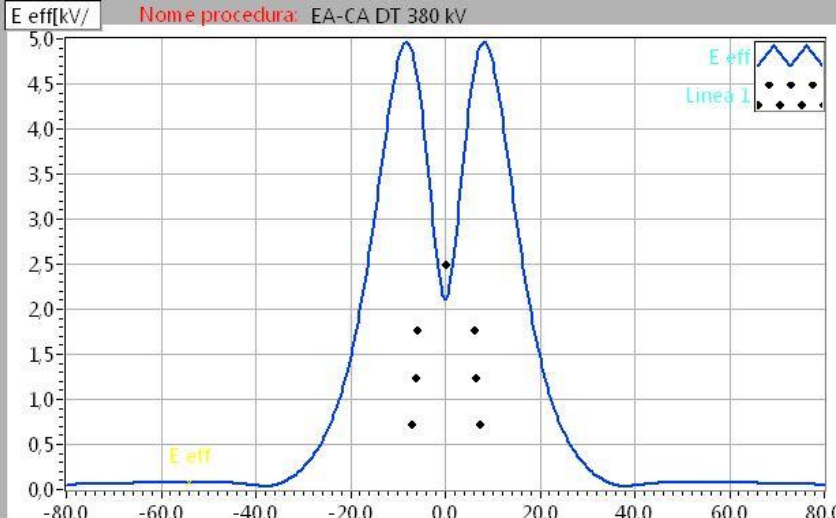
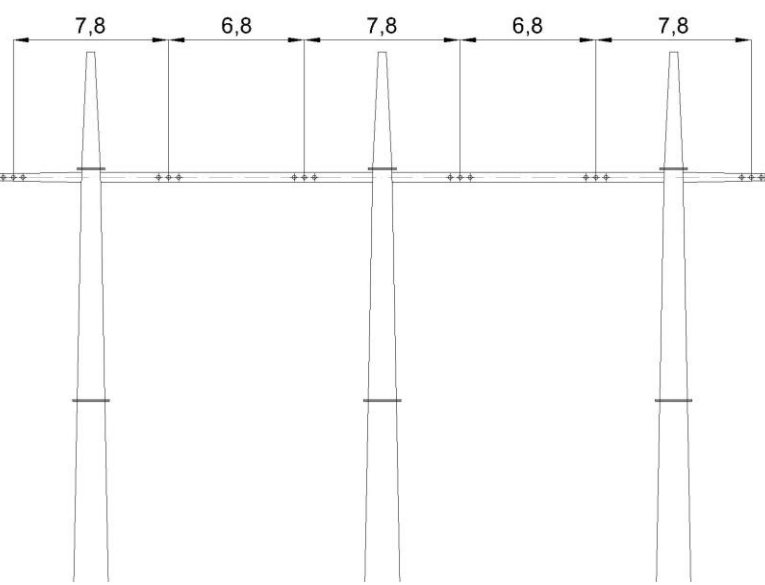
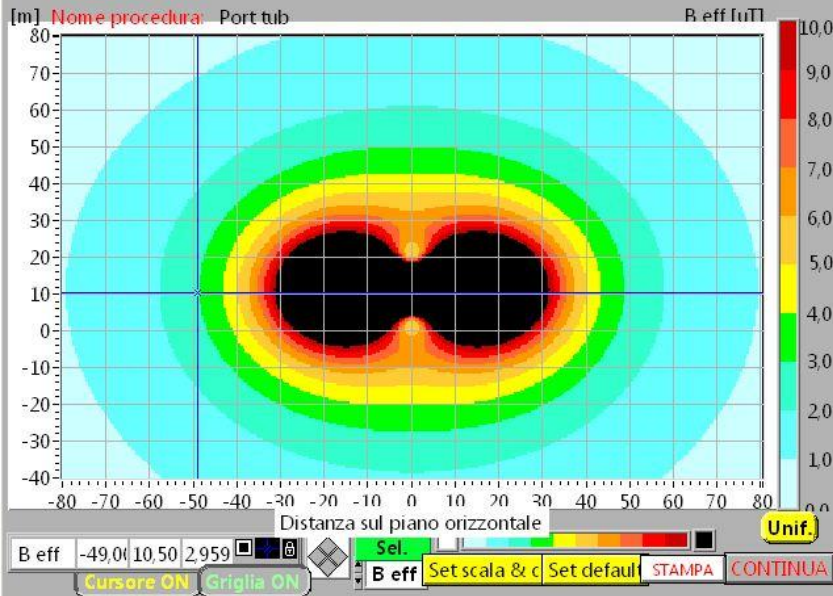
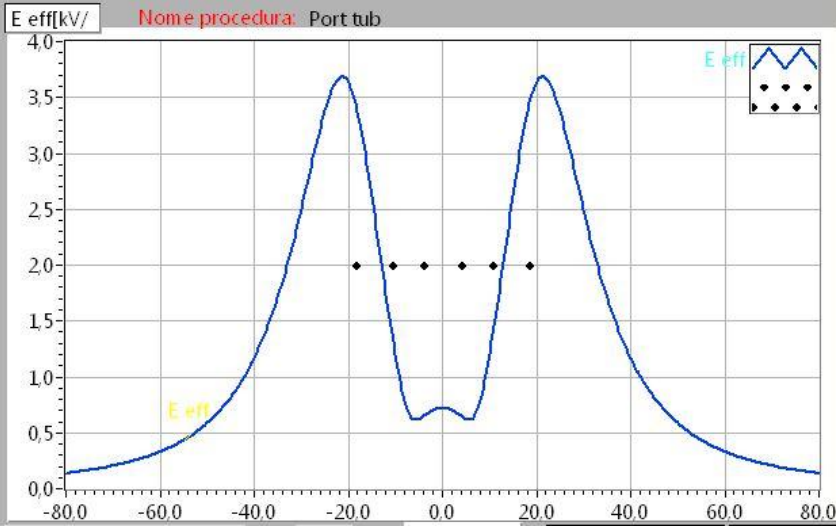
Tale valore è scelto in base alla Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 100 kHz, con riferimento all'esposizione umana", la quale considera, in generale, come "significativi ai fini della caratterizzazione dell'esposizione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

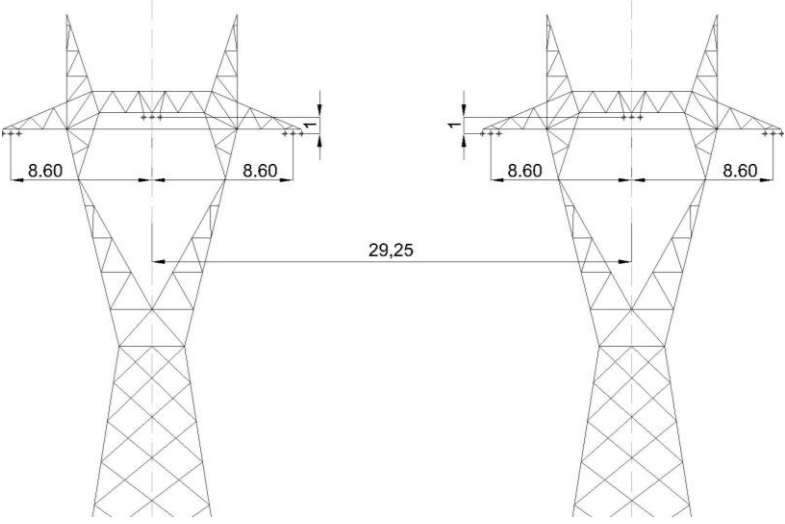
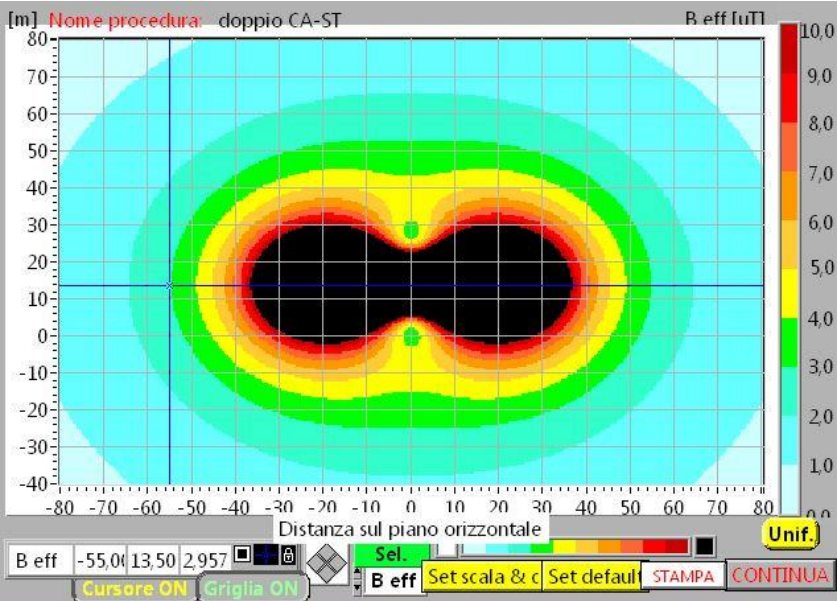
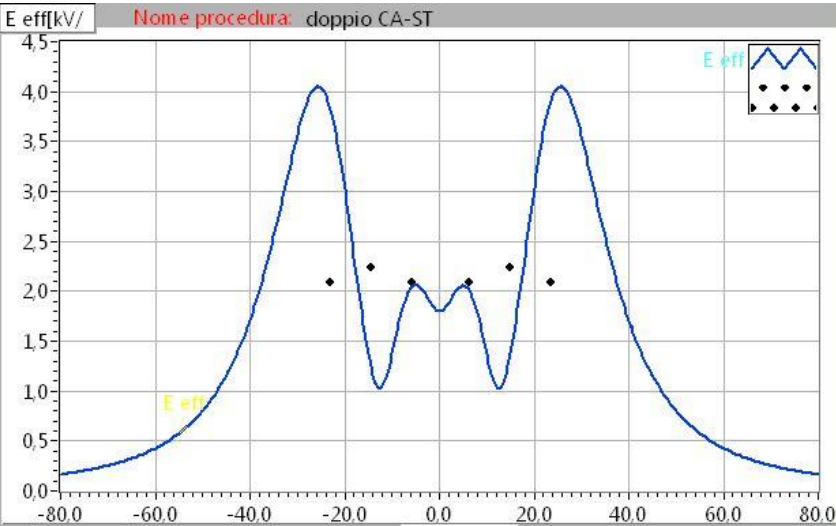
Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica, in condizioni di Massima Feccia, con temperatura di riferimento di 40°C (Zona B) e, in base ai criteri progettuali adottati, risulta: tra 11,34 e 14,3 metri per le linee a 380 kV, 6,82 metri per le linee a 220 kV. Nel capitolo seguente si riportano le curve di intensità di campo magnetico calcolate) per tutte le tipologie di sostegni utilizzate.

Per il calcolo, è stato utilizzato il programma “EMF Vers 4.8” sviluppato per Terna da CESI in aderenza alla norma CEI 211-4 ed in conformità a quanto disposto dal DPCM 08/07/2003.

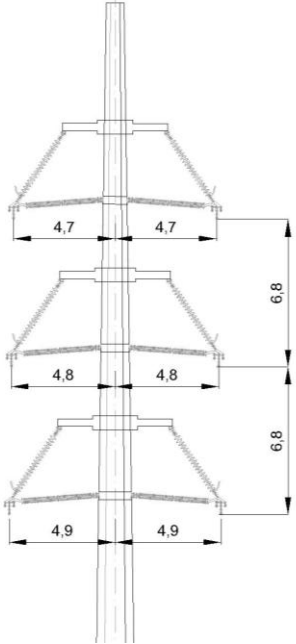
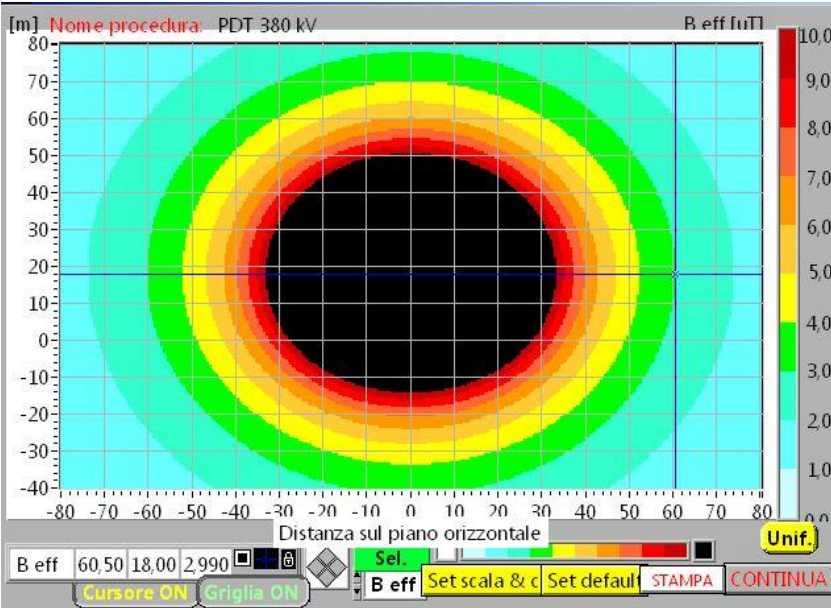
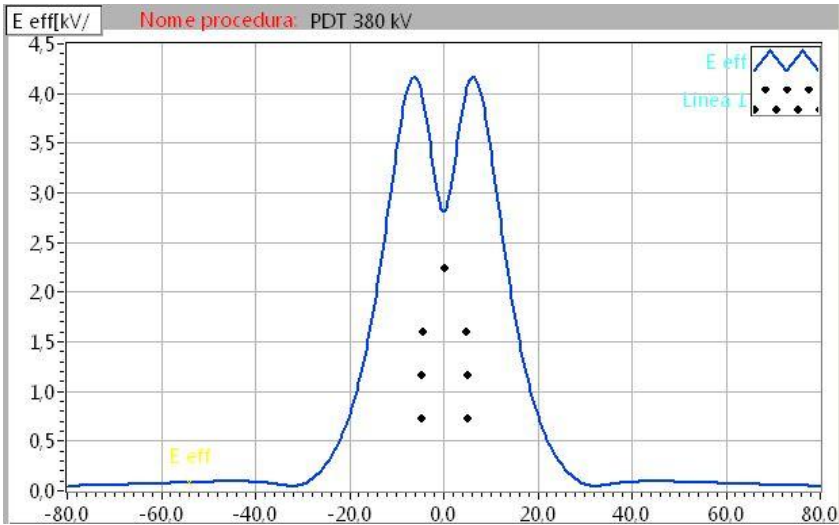
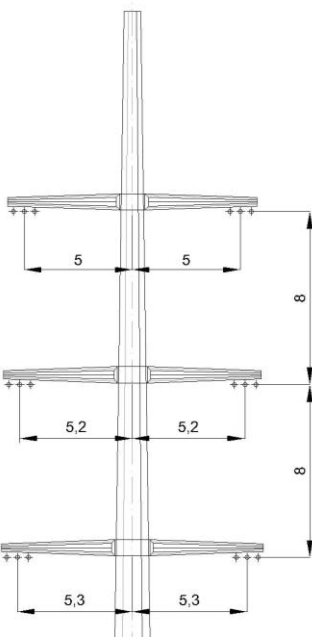
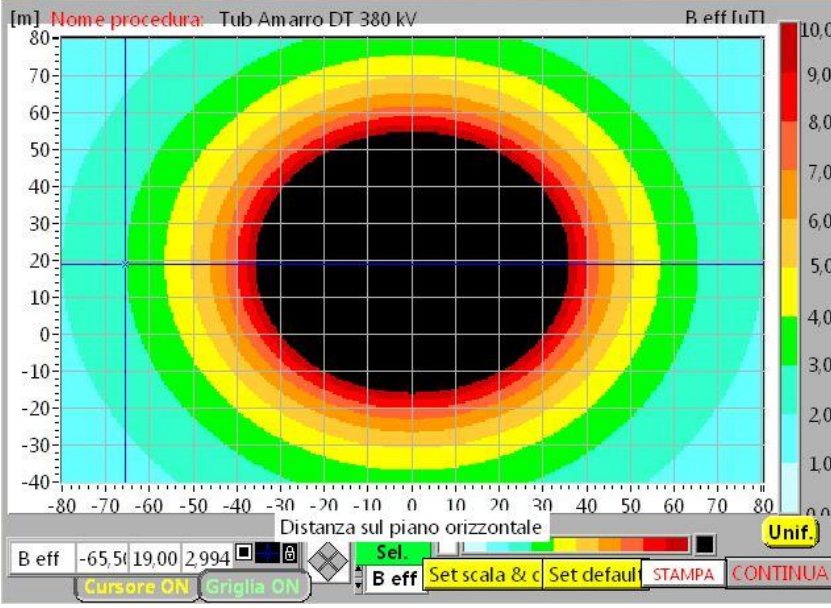
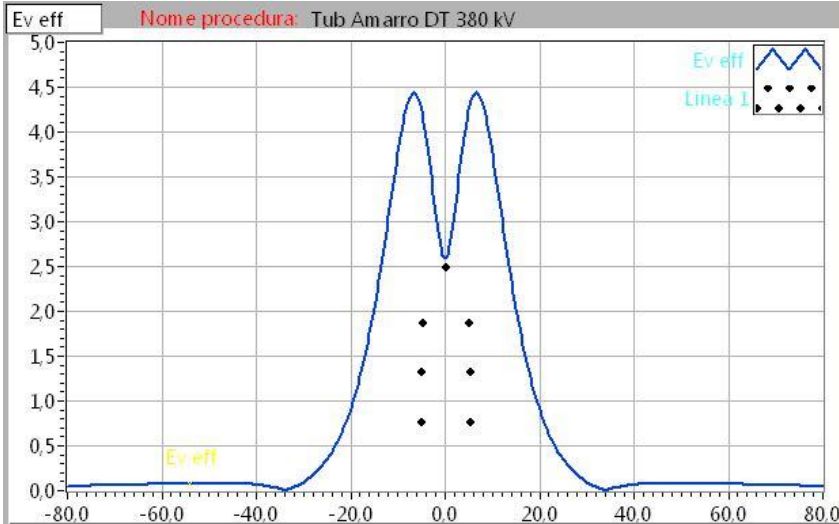
4 RAPPRESENTAZIONE DEL CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO PER TIPOLOGIA DI SOSTEGNO
4.1 ELETTRODOTTO A 380 kV "CASSANO - CHIARI" - TRATTA DA PORTALE CASSANO A SOSTEGNO 87

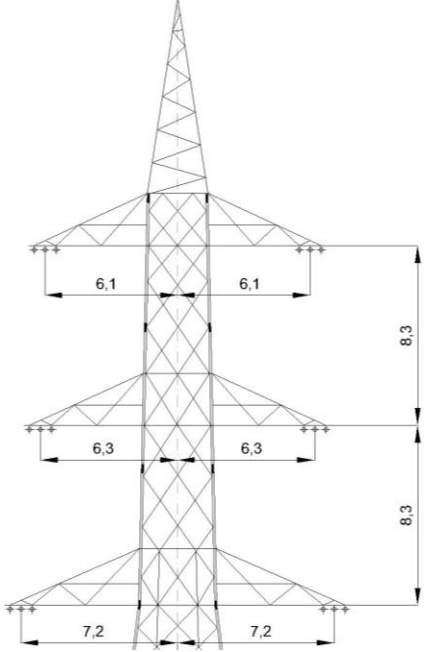
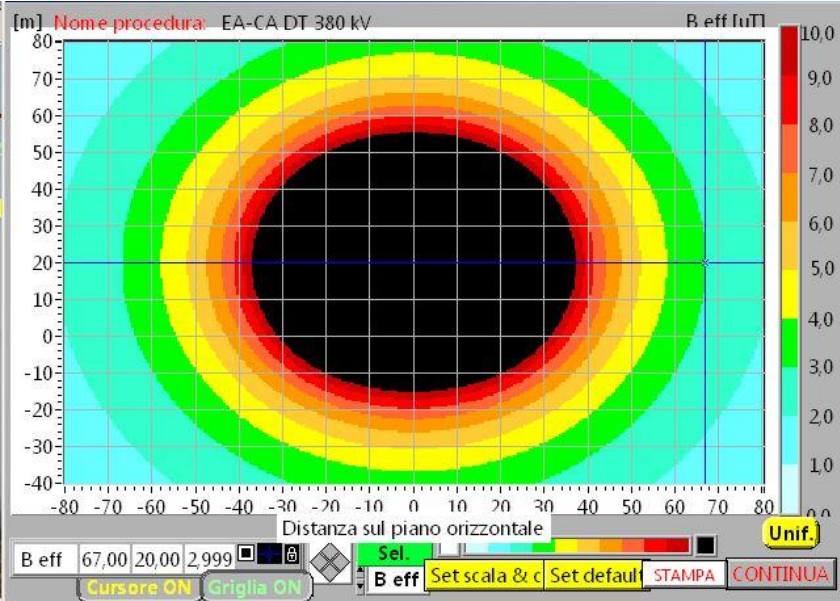
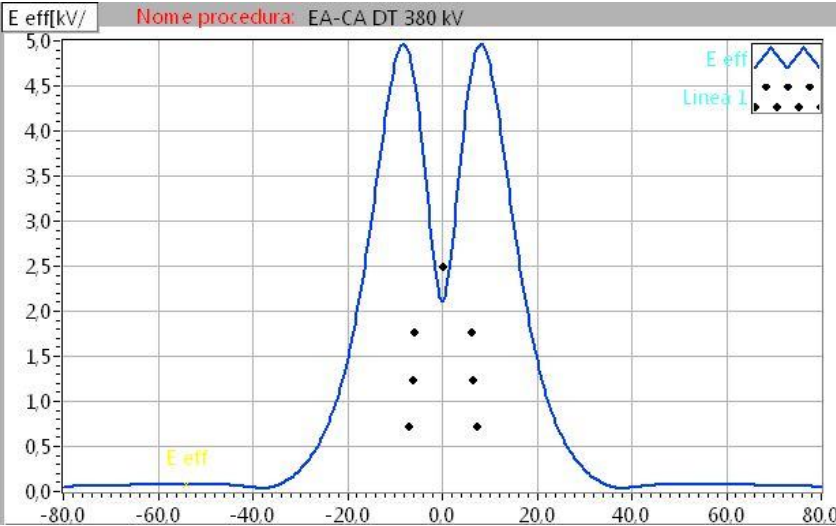
TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo singola terna sdoppiata e ottimizzata. Sostegni tipo NDT, MDT, PDT in sospensione con mensole isolanti</p>	 <p>Connettore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A (2 x 1155A)</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 27 m Larghezza totale fascia 3 µT = 54 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>
<p>380 kV aereo singola terna sdoppiata e ottimizzata. Sostegni tubolari di amarro tipo AN, AM, AP, AC, RDT</p>	 <p>Connettore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A (2 x 1155A)</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 29 m Larghezza totale fascia 3 µT = 58 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo singola terna sdoppiata e ottimizzata.</p> <p>Sostegni a traliccio di amarro tipo CA, EA.</p>	 <p>Condotto Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A (2 x 1155A)</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 32 m Larghezza totale fascia 3 µT = 64 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>
<p>380 kV aereo singola terna sdoppiata e ottimizzata.</p> <p>Sostegno tubolare di amarro tipo PA.</p>	 <p>Condotto Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A (2 x 1155A)</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 49 m Larghezza totale fascia 3 µT = 98 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 14,3 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

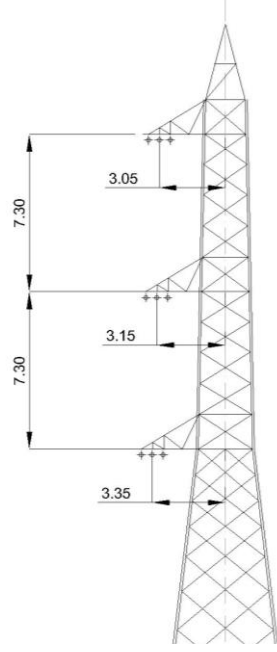
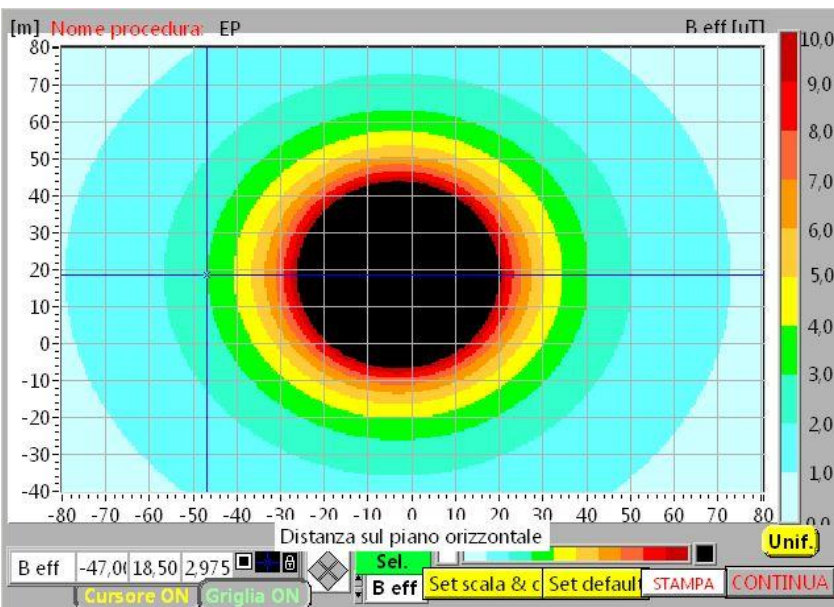
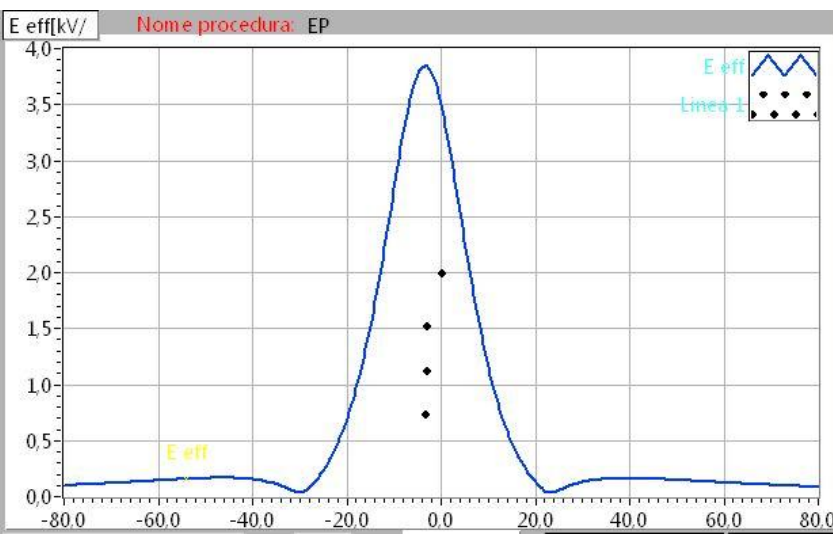
TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo singola terna sdoppiata e ottimizzata.</p> <p>Doppio sostegno a traliccio di amarro in singola terna tipo CA (sostegni 31 e 32)</p>	 <p>Connettore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A (2 x 1155A)</p>	 <p>Nome procedura: doppio CA-ST</p> <p>B eff [µT]</p> <p>Distanza sul piano orizzontale</p> <p>B eff -55,0 13,50 2,957</p> <p>Larghezza semifascia 3 µT = 55 m Larghezza totale fascia 3 µT = 110 m</p>	 <p>Nome procedura: doppio CA-ST</p> <p>E_eff [kV/]</p> <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 13,85 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

4.2 ELETTRDOTTO A 380 kV "CASSANO - CHIARI" - TRATTA DA SOSTEGNO 87 A PORTALE CHIARI

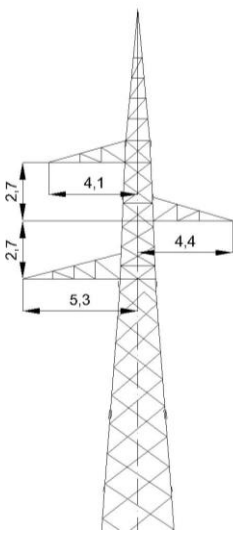
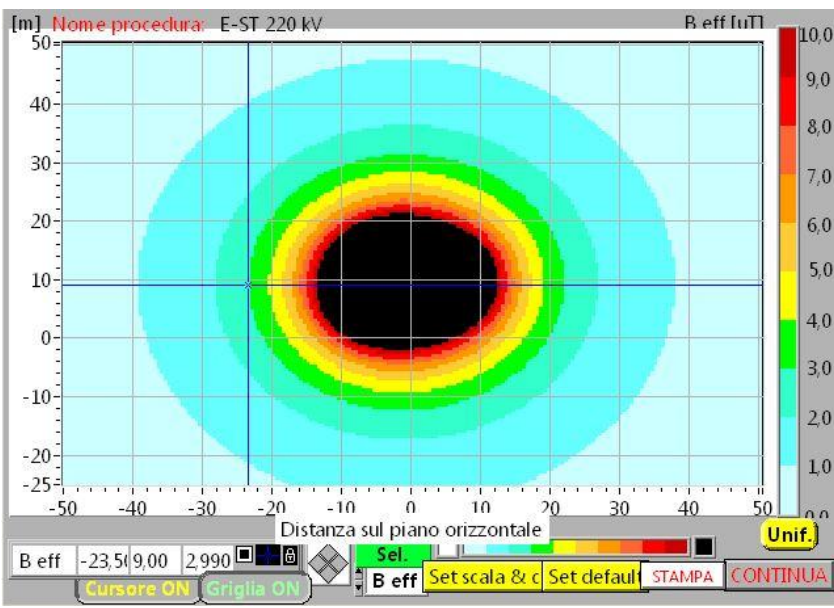
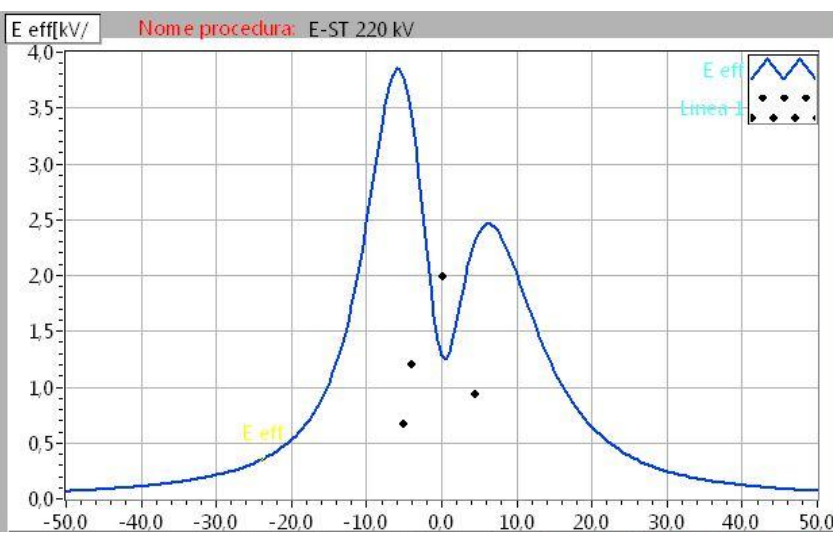
TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo doppia terna. Sostegni tipo NDT, MDT, PDT in sospensione con mensole isolanti</p>	 <p>Conduttore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A per terna</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 61 m Larghezza totale fascia 3 µT = 122 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>
<p>380 kV aereo doppia terna. Sostegni tubolari di amarro tipo AN, AM, AP, AC, RDT</p>	 <p>Conduttore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A per terna</p>	 <p>Larghezza semifascia 3 µT = 66 m Larghezza totale fascia 3 µT = 132 m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo doppia terna.</p> <p>Sostegni a traliccio di amarro tipo CA, EA.</p>	 <p>Connettore Ø 31,5 mm – trinato Portata = 2130 A per terna</p>	 <p>Nome procedura: EA-CA DT 380 kV</p> <p>B eff [µT]</p> <p>Distanza sul piano orizzontale</p> <p>B eff 67,00 20,00 2,999</p> <p>Cursore ON Griglia ON</p> <p>Larghezza semifascia 3 µT = 67 m Larghezza totale fascia 3 µT = 134 m</p>	 <p>Nome procedura: EA-CA DT 380 kV</p> <p>E eff [kV/]</p> <p>Linea 1</p> <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 11,34 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

4.3 MODIFICA INGRESSI AEREI LINEE T.304 E T.361, A 380 kV, SULLA STAZIONE DI CASSANO

TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>380 kV aereo singola terna. Sostegno a traliccio in amarro tipo EP</p>	 <p>Condotto \varnothing 36 mm – binato Portata = 2130 A</p>	 <p>Larghezza semifascia $3 \mu T = 47$ m Larghezza totale fascia $3 \mu T = 94$ m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 14 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

4.4 COLLEGAMENTO IN SINGOLA TERNA, A 220 kV, ALL'ELETTRODOTTO L18

TIPOLOGIA DEL COLLEGAMENTO	CONFIGURAZIONE GEOMETRICA CONDUTTORI	RISULTATO DEL CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA (DPA IMPERTURBATA)	RISULTATO DEL CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO
<p>220 kV singola terna. Sostegno a traliccio in amarro tipo E</p>	 <p>Condotto \varnothing 31,5 mm – singolo Portata = 710 A</p>	 <p>Larghezza semifascia $3 \mu T = 24$ m Larghezza totale fascia $3 \mu T = 48$ m</p>	 <p>Calcolo effettuato considerando altezza minima dei conduttori dal suolo pari a 6,82 m. Campo Elettrico sempre < 5 kV/m</p>

4.5 RAPPRESENTAZIONE DELLE AREE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Al fine di completare le verifiche magnetiche sull'elettrodotto in progetto è stata calcolata la "Fascia di Rispetto" (volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 microtesla, all'interno del quale non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore) utilizzando il software ad algoritmo tridimensionale Camel ver. 6.4.4, sviluppato da CESI per TERNA, in piena aderenza alla Norma CEI 106-11, ed in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003 ed è stata eseguita la proiezione a terra della stessa.

Si precisa che tale fascia, è stata calcolata utilizzando come corrente, per le linee aeree, la portata in corrente in servizio normale così come definita nella Norma CEI 11-60.

La rappresentazione delle 'Aree di Prima Approssimazione è riportata nella planimetria in scala 1:5.000 allegata (Doc n. DEBR11002CRX00222).

Al completamento della realizzazione dell'opera si procederà alla ridefinizione della Distanza di prima approssimazione in accordo al come costruito, in conformità col § 5.1.3 dell'allegato al DM 29/05/2008.

5 VERIFICA DELLA PRESENZA DI PUNTI SENSIBILI ALL'INTERNO DELLA DPA

Come si evince dall'analisi delle Corografia allegata DEBR11002CRX00222, all'interno della DPA ricadono solamente manufatti per il quale sia ipotizzabile una permanenza giornaliera inferiore a 4 ore (come definito dal DPCM 08/07/2003). La posizione dei manufatti all'interno della fasce di rispetto è stata verificata in sito mediante sopralluoghi e, oltre ad essere rappresentata nella corografia sopra citata, è stata approfondita nel documento fotografico REBR11002CRX00223 allegato alla presente relazione.

6 CONCLUSIONI

Le simulazioni di calcolo effettuate confermano che il tracciato del nuovo elettrodotto aereo a 380 kV "Cassano - Chiari" e le modifiche agli esistenti è stato studiato in modo da garantire un valore di induzione magnetica, in corrispondenza dei punti sensibili (abitazioni, aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) sempre inferiore a 3 μ T, in piena ottemperanza alla normativa vigente in materia.

7 ALLEGATI

CODICE:	DOCUMENTO:
DEBR11002CRX00222	Corografia con Distanze di Prima Approssimazione (DPA)
DEBR11002CRX00223	Manufatti all'interno dell'Area di Prima Approssimazione Report fotografico