

REV.	STATO	DESCRIZIONE	DATA	VERIFICATO	APPROVATO
0	FUS	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	01/09/2020	Caruso	Citterio


COMMITTENTE
Power Asset Division

Ing. Omar Marco Retini
Ing. OMAR MARCO RETINI
 ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
 N° 2234 Sezione A
 INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
 INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE



Linea 380 kV San Quirico – San Giovanni in Croce

**RELAZIONE DI CALCOLO
DELL'INDUZIONE MAGNETICA
E DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE**

 LIVON INGEGNERIA ENERGIA AMBIENTE L.I.N.E.A. s.r.l. Via Tavagnacco 89/9 – 33100 Udine Tel. 0432 410536 – fax 0432 410536 info@lineaing.com	Revisione	2					
		1					
		0	01.09.2020	Emissione	D. Di Lenarda	E. Livon	E. Livon
			Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO	5
3.1. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO E DELLA DPA SAN QUIRICO – SAN GIOVANNI IN CROCE	
6	
3.1.1. <i>Parametri geometrici della linea.....</i>	6
3.1.2. <i>Parametri del conduttore di linea</i>	6
3.1.3. <i>Parametri elettrici della linea.....</i>	6
3.1.4. <i>Determinazione della DPA.....</i>	7
3.2. VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO E DELLA DPA DELLA DERIVAZIONE IN “ENTRA/ESCE”	
DELLA LINEA TERNA CAORSO – CARPI FOSSOLI.....	8
3.2.1. <i>Parametri geometrici della linea.....</i>	8
3.2.2. <i>Parametri del conduttore di linea</i>	8
3.2.3. <i>Parametri elettrici della linea.....</i>	8
3.2.1. <i>Determinazione della DPA.....</i>	9
4. CONCLUSIONI.....	10

1. PREMESSA

Il presente documento determina, in via teorica, l'andamento dell'induzione elettromagnetica generato dall'elettrodotto a 380 kV in semplice terna trinata, denominato San Quirico – San Giovanni in Croce, e del relativo collegamento in doppia terna trinata alla rete di trasmissione nazionale, stabilendone la Distanza di Prima Approssimazione (DPA). L'elettrodotto in oggetto collegherà la Stazione Elettrica, annessa alla centrale a ciclo combinato Edison, sita nella frazione di San Quirico, in comune di Sissa Trecasali (PR) alla nuova Stazione Elettrica di smistamento TERNA, collegata in configurazione "entra/esce" all'esistente linea 380kV Caorso – Carpi Fossoli, in comune di San Giovanni in Croce (CR). L'elettrodotto è caratterizzato da una potenza trasportabile di 1100 MVA.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali normative in vigore, relativa alle opere in oggetto, con particolare riferimento alle linee elettriche aeree ed alla valutazione dei campi elettromagnetici, sono nel seguito riportate:

- Norma CEI 11-60: Portata al limite termico delle linee elettriche aeree;
- Norma1 CEI 211-4: Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- Norma CEI EN 50341-1: Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata – Parte 1: Prescrizioni generali-Specifiche comuni;
- Norma CEI EN 50341-2-13: Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata – Parte 2-13: Aspetti Normativi Nazionali (NNA) per l'Italia;
- Norma CEI EN 61936-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- Decreto Ministeriale n.449 del 21 marzo 1988: Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne e s.m.i.;
- D.P.C.M. 23 aprile 1992: Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- D.P.C.M. 8 luglio 2003: Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.
- D.Lgs. n.159 del 1 agosto 2016: Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.
- D.M. 29 maggio 2008 e Allegato: "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"
- ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time varying electrical and magnetic fields (1Hz-100kHz).

3. INTENSITA' DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne l'intensità del campo magnetico, il D.P.C.M. 23 aprile 1992 "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale di 50 Hz negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", fissava all'art.4, fino alla data del 29 agosto 2003, in 0,1 mT (100 μ T) il valore di detto limite per tutti gli elettrodotti ad alta tensione (132, 220 e 380 kV) comunque eseguiti. L'art. 5 della stessa legge fissava inoltre le distanze minime di rispetto delle linee elettriche aeree dai fabbricati, ancorché in presenza di valori di campo inferiori a quelli prescritti.

Con l'emanazione del Regolamento di attuazione della legge n.36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" di cui al D.P.C.M. 08 luglio 2003, pubblicato sulla G.U. n. 200 del 29 agosto 2003, fermo restando il precedente limite massimo di 100 μ T, i nuovi valori sono stati fissati in 10 μ T e 3 μ T rispettivamente quale limite di attenzione (art.3) e obiettivo di qualità (art.4).

Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

"La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico.

3.1. Valutazione del campo magnetico e della DPA San Quirico – San Giovanni in Croce

Il campo magnetico è stato valutato in via analitica, in accordo alla Norma CEI 211-4, considerando le caratteristiche del sistema elettrico riportate al §5.7 del documento B711RGEC001 “Relazione Tecnica” e l’impiego di conduttori trinati in alluminio acciaio ancorati su sostegni tralicciati del tipo a “delta rovesciato”.

3.1.1. Parametri geometrici della linea

La valutazione del campo magnetico è eseguita considerando la disposizione geometrica dei conduttori. Nel particolare è stato considerato un sistema di conduttori avente origine in “O”, corrispondente all’intersezione tra l’asse di linea e l’asse delle fasi laterali. La fase centrale, posizionata sull’asse della linea è collocata alla distanza di 1m sopra all’origine, mentre le fasi laterali sono collocate a 10.8m di distanza dall’asse di linea. Convenzionalmente è stata assunta la disposizione ciclica delle fasi in senso antiorario, con la fase centrale corrispondete alla fase “4”.

3.1.2. Parametri del conduttore di linea

L’elettrodotto è costituito da una semplice terna trinata di conduttori in alluminio – acciaio aventi le caratteristiche nel seguito riportate.

Diametro esterno nominale	[mm]	31.5
Sezione totale nominale	[mmq]	585.3
Carico di rottura	[kg]	17161

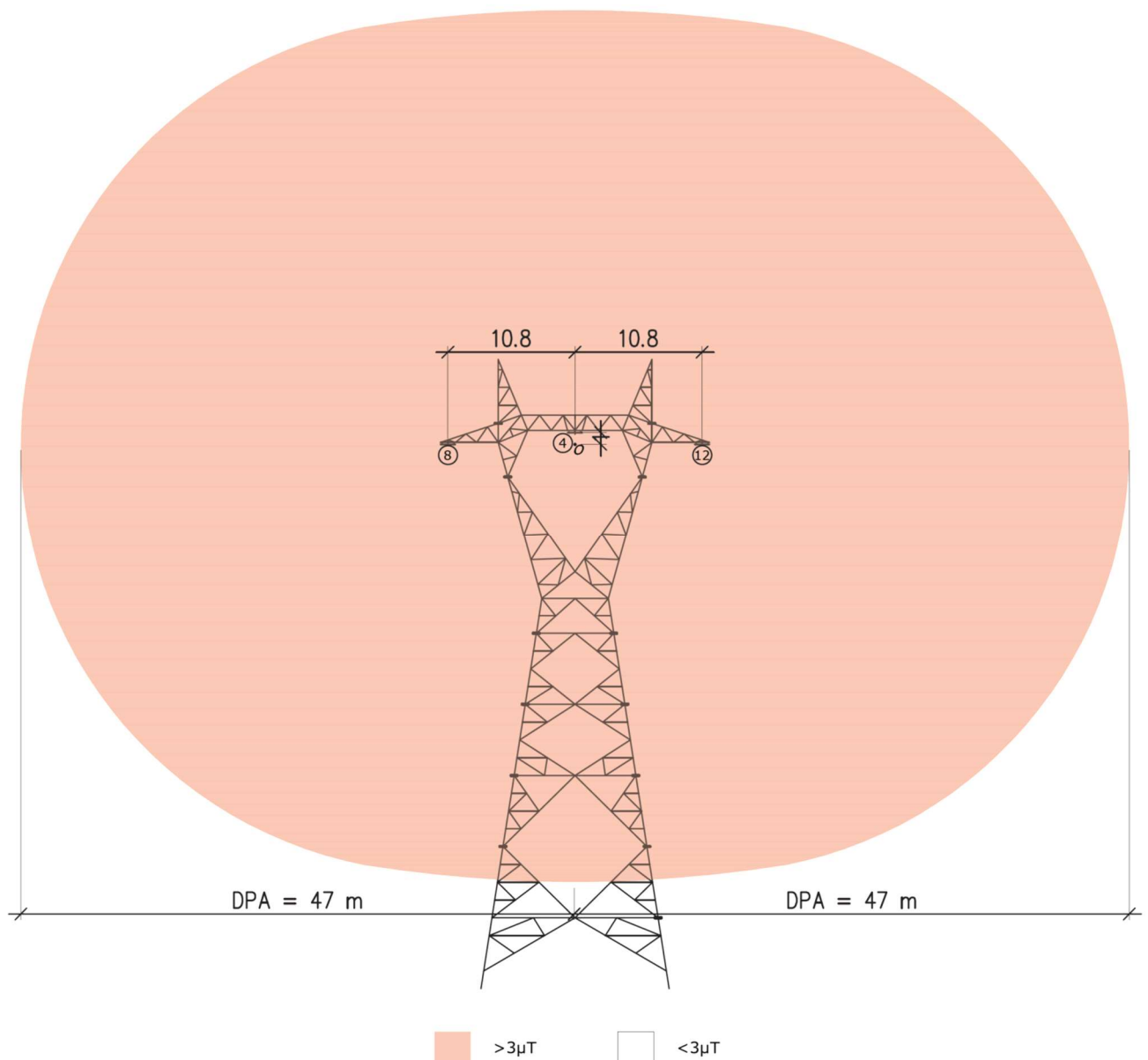
3.1.3. Parametri elettrici della linea

I parametri elettrici del sistema sono riportati nella tabella seguente.

Frequenza nominale	[Hz]	50
Tensione concatenata nominale	[kV]	380
Tensione stellata nominale	[kV]	220
Corrente al limite termico di linea	[A]	1650
Corrente al limite termico di ogni conduttore	[A]	550

3.1.4. Determinazione della DPA

In accordo a quanto esposto ai paragrafi precedenti, è stato valutato l'andamento del campo elettromagnetico generato dal sistema di conduttori in semplice terna, ottenendo valori di campo magnetico contenuti in $3 \mu\text{T}$ entro una fascia di 47 m dall'asse dell'elettrodotto, come riportato nella figura sottostante.



3.2. Valutazione del campo magnetico e della DPA della derivazione in “entra/esce” della linea TERNA Caorso – Carpi Fossoli

Il campo magnetico è stato valutato in via analitica, in accordo alla Norma CEI 211-4, considerando le caratteristiche dei sostegni riportate nel documento B711AUEC002 – “Piano tecnico delle opere”, e considerando l’impiego di conduttori trinati in alluminio acciaio ancorati su sostegni tralicciati.

3.2.1. Parametri geometrici della linea

La valutazione del campo magnetico è eseguita considerando la disposizione geometrica dei conduttori. Nel particolare è stato considerato un sistema di conduttori avente origine in “O”, corrispondente all’intersezione tra l’asse del sostegno e l’asse delle fasi centrali. Ciascuna terna è disposta simmetricamente rispetto l’asse del sostegno con interasse verticale di 8.3 m e distanze orizzontali rispetto all’asse del sostegno di 6.1m per le fasi superiori, 6.3 m per le fasi centrali e 7.2 m per le fasi inferiori. Convenzionalmente è stata assunta la disposizione ciclica delle fasi in senso antiorario, con le fasi centrali corrispondenti alla fase “4”, le fasi inferiori alla “8” e le fasi superiori alla “12”.

3.2.2. Parametri del conduttore di linea

L’elettrodotto è costituito da una doppia terna trinata di conduttori in alluminio – acciaio aventi le medesime caratteristiche riportate al §3.1.2 del presente documento.

3.2.3. Parametri elettrici della linea

La linea costituisce un collegamento in “entra/esce” realizzato con una doppia terna trinata di conduttori in ACSR $\varnothing 31.5$ mm. La portata al limite termico di ciascun conduttore, e gli altri parametri elettrici di linea, restano invariati rispetto a quanto riportato al §3.1.3 del presente documento.

Un tanto, in via cautelativa, è stato assunto il flusso concorde dell’energia, considerando quindi la sovrapposizione degli effetti dei campi prodotti dalle due terne di conduttori.

4. CONCLUSIONI

Considerando i parametri della linea San Quirico – San Giovanni in Croce in progetto, e del relativo collegamento alla rete di trasmissione nazionale, che saranno eserciti alla tensione concatenata di 380kV, impiegheranno un sistema trinato di conduttori in alluminio – acciaio aventi diametro esterno nominale di 31.5mm, e che saranno capaci del trasporto, al limite termico, di una corrente di 1650 A, è stato determinato l'andamento del campo magnetico ed è stata definita la Distanza di Prima Approssimazione entro la quale esso sarà contenuto entro $3 \mu\text{T}$, in accordo alla normativa vigente, per entrambe le configurazioni di linea.

Per il collegamento in “entra/esce” derivato dall'esistente linea Caorso – Carpi Fossoli, la DPA è stabilita in 57 m dall'asse dell'elettrodotto.

Per la linea San Quirico – san Giovanni in Croce, la DPA è stabilita in 47m dall'asse dell'elettrodotto.