



Zerotesla S.c. a r.l.

Lungarno Simonelli 3 - PISA

CLIENTE - CUSTOMER

AceaElectrabel S.p.A.

TITOLO - TITLE

Linea a 380 kV di collegamento della centrale di Leinì alla RTN

Analisi dei campi magnetici

SIGLA - TAG

Z003.06.01.R.05

0	Emissione - Issued	Cappagli	Paris	29/09/06	LINGUA-LANG.	PAGINA-SHEET
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	EMESSO - ISSUED	APPROV. - APPRD	DATA - DATE	I	1 / 12

Il presente documento è di proprietà Zerotesla srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.

SOSTITUISCE IL - REPLACES

This document is the property of Zerotesla srl. All rights are reserved according to law.

SOSTITUITO DA - REPLACED BY



Zerotesla - PISA

Linea 380 kV centrale Leini:
analisi dei campi magnetici

OGGETTO / SUBJECT

AceaElectrabel S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

1 OGGETTO E SCOPO

Oggetto del presente documento è il calcolo e l'analisi dell'induzione magnetica indotta dalla linea a 380 kV di collegamento della nuova centrale di Leini alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Lo scopo è di verificare i valori di suddetti nell'ambito della vigente normativa in materia di esposizione ai campi magnetici indotti da linee elettriche.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		A	2	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



Zerotesla - PISA

Linea 380 kV centrale Leini:
analisi dei campi magnetici

OGGETTO / SUBJECT

AceaElectrabel S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- Legge 22 febbraio 2001, n°36: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”
- Norma CEI 211-4: “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- Norma CEI 11-60: “Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV”

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	A	3	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

3 IL QUADRO NORMATIVO

La legislazione italiana in termini di esposizione ai campi magnetici indotti da linee elettriche a 50 Hz è costituita dai seguenti documenti:

- Legge 22 febbraio 2001, n°36: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”

In particolare il DPCM suddetto recita quanto segue:

“Art.3 - Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di **100 µT** per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione **magnetica il valore di attenzione di 10 µT**, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Art.4 - Obiettivo di qualità

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e' fissato l'obiettivo di qualità di **3 µT** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”

I limiti imposti dalla legge italiana sono pertanto 3:

- **100 µT**, limite valido in generale per le situazioni già esistenti;
- **10 µT**, valore di attenzione valido per le situazioni di recettori sensibili particolari (scuole,...) e comunque in caso di esposizione per più di 4 ore giornaliere;
- **3 µT**, obiettivo di qualità da rispettare in fase di progetto di nuovi elettrodotti e/o di ambienti adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere.

Nel caso in esame, trattandosi di nuovo elettrodotto, deve essere rispettato il limite più restrittivo, ossia **3 µT**, calcolato come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	A	4	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

4 IL TRATTO SENSIBILE DELLA LINEA

La linea in questione è stata progettata individuando un tracciato in generale distante da abitazioni e luoghi di lavoro; l'unico tratto ove si ha un avvicinamento a strutture e/o aree abitualmente frequentate da persone è quello riportato nelle Fig. 4-1 e Fig. 4-2, ove sono rappresentati rispettivamente la planimetria ed il profilo del tratto di linea oggetto dell'intervento, nonché i recettori sensibili da proteggere.

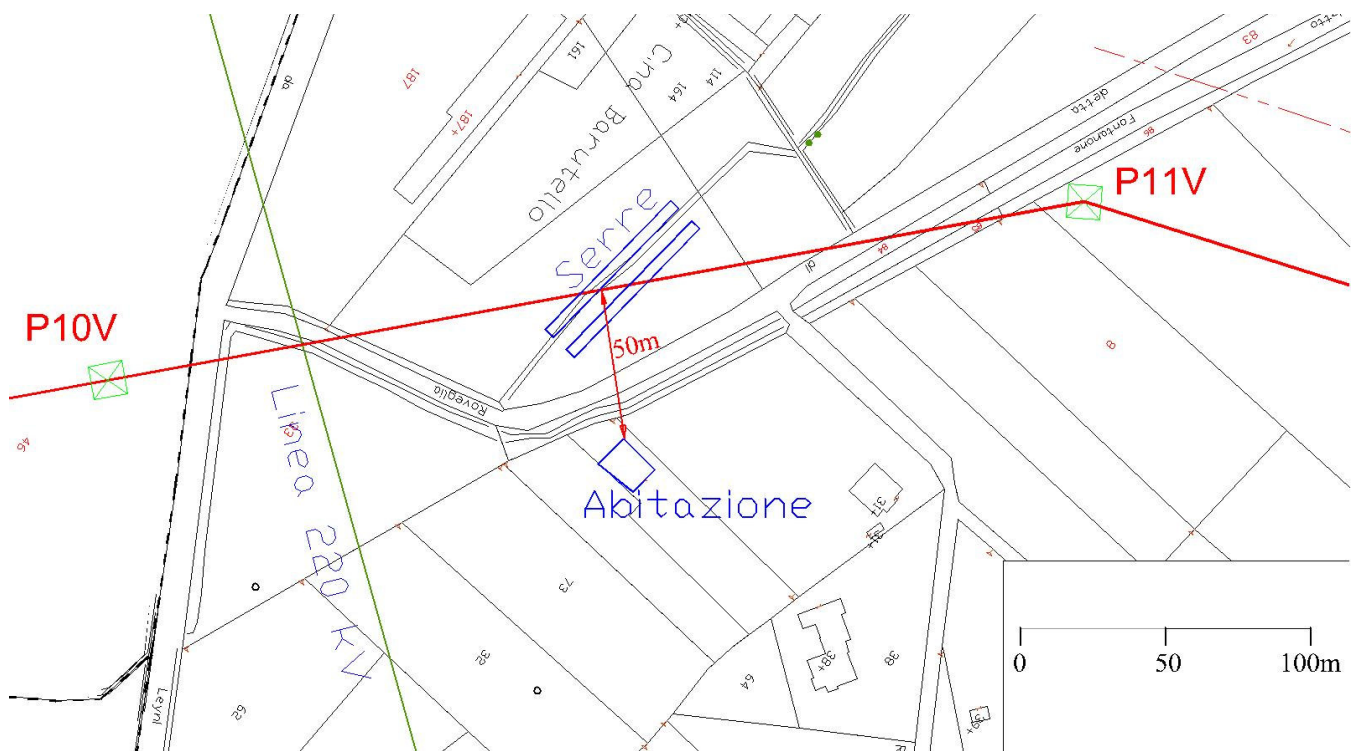


Fig. 4-1: planimetria dell'area oggetto dell'intervento

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.-SH.	TOT. - TOT.
		A	5	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

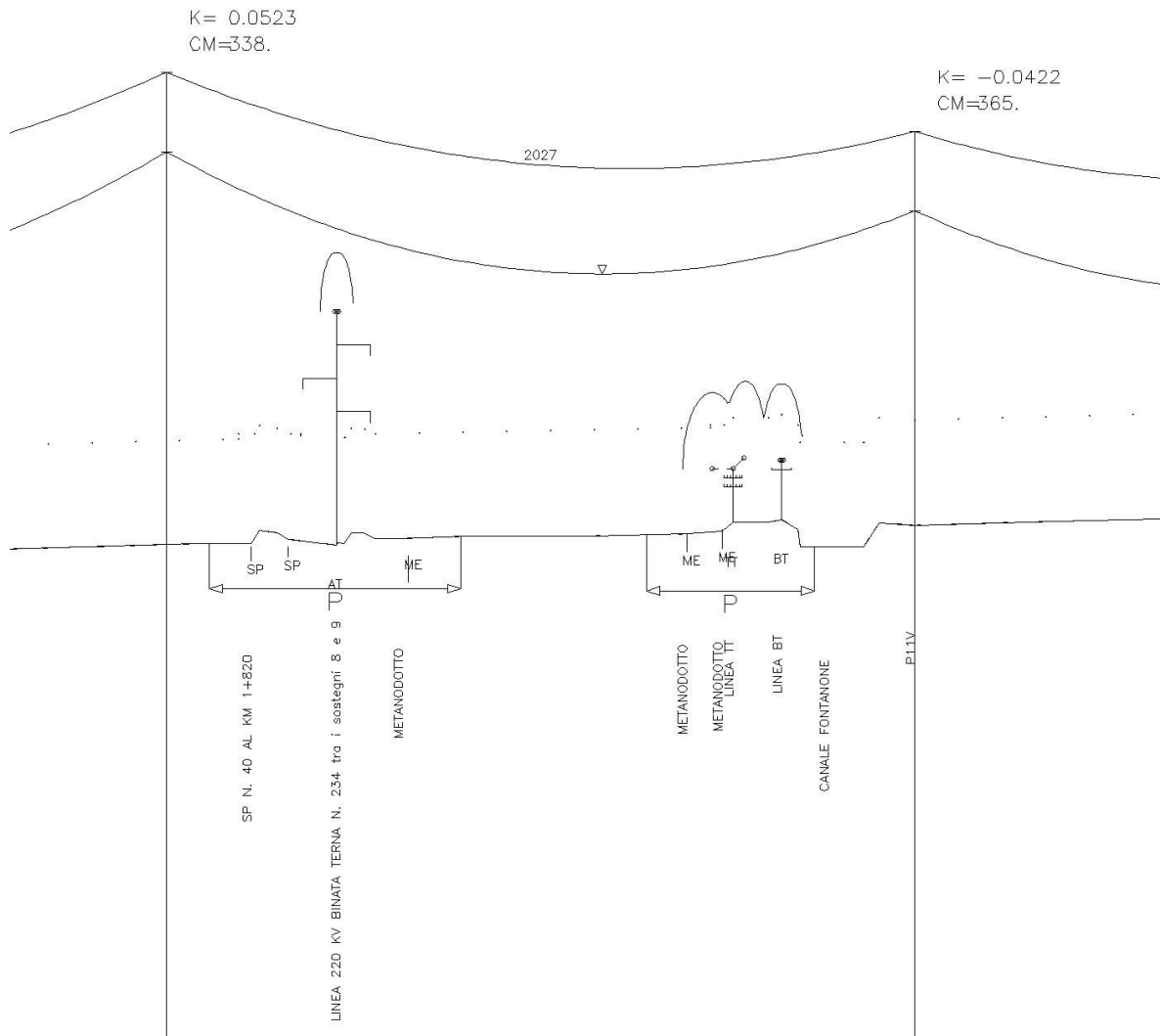


Fig. 4-2: profilo della linea nel tratto interessato

Il tratto è compreso tra il sostegno n°10 ed il sostegno n°11, i quali hanno le caratteristiche di seguito riassunte:

Sostegno n°	Tipo	Altezza utile [m]
10	LV	45
11	VL	36



Zerotesla - PISA

Linea 380 kV centrale Leini:
analisi dei campi magnetici

OGGETTO / SUBJECT

AceaElectrabel S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Le caratteristiche della linea nel tratto interessato sono le seguenti:

La linea è realizzata con conduttore binato All. Acc. 585mm², il valore della corrente di impiego per la quale è stato valutato il campo magnetico è di **650 A**; tale corrente, con tensione nominale di 400 kV, corrisponde ad una potenza transitante in linea di **450 MVA**. Tale valore coincide con la massima potenza esportabile dalla centrale alla quale la linea in questione è collegata; dal punto di vista del campo magnetico corrisponde pertanto al caso peggiore.

La campata oggetto dell'intervento è interessata dall'attraversamento della esistente linea a 220 kV n°234 "Leini - Pianezza", la cui proprietà è di Terna.

I recettori sono costituiti da:

- alcune coperture a protezione di colture orticole a mezzo di teloni in plastica (serre), ubicate esattamente in asse linea all'incirca a metà della campata tra i sostegni 10 e 11;
- un'abitazione a circa 50 m dall'asse linea, anch'essa ubicata alla progressiva corrispondente a metà campata.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	A	7	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

5 CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA

Nel presente capitolo si riportano i risultati relativi al calcolo dell'induzione magnetica prodotta dalla linea a 380 kV in oggetto.

E' opportuno precisare che nel calcolo si è tenuta in considerazione la presenza della linea a 220 kV che attraversa la campata 10-11 (vedi Fig. 4-1 e Fig. 4-2).

Tale effetto combinato dipende ovviamente non solo dalle correnti di linea, ma anche dal loro reciproco sfasamento; si è pertanto cercata la situazione corrispondente al caso peggiore, ossia quella in cui il campo magnetico nella zona considerata è massimo. Ciò si ha quando le correnti delle due linee sono sfasate nel tempo di circa 150° (Fig. 5-1).

Considerato che la distanza dell'abitazione dalle linee fa sì che l'induzione sia poco variabile con l'altezza, si è ritenuto sufficiente limitare l'esplorazione ad 1,5 m dal suolo. Inoltre viste le distanze in gioco è evidente che il rispetto dei vincoli in corrispondenza delle serre garantisce automaticamente il rispetto del vincolo anche in corrispondenza dell'abitazione.

Tutti i calcoli presentati nel seguito del presente studio sono stati effettuati ipotizzando una **corrente di esercizio pari alla loro portata nel periodo freddo (caso peggiore)**.

Infine, vale la pena precisare che il modello matematico tridimensionale sviluppato per l'esecuzione dei calcoli secondo l'algoritmo degli elementi finiti, tiene conto dell'effettivo profilo della linea a 380 kV, mentre ipotizza un andamento rettilineo dei conduttori della linea a 220 kV, ipotesi i cui effetti sono comunque cautelativi, anche se praticamente trascurabili nella zona di interesse.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		A	8	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

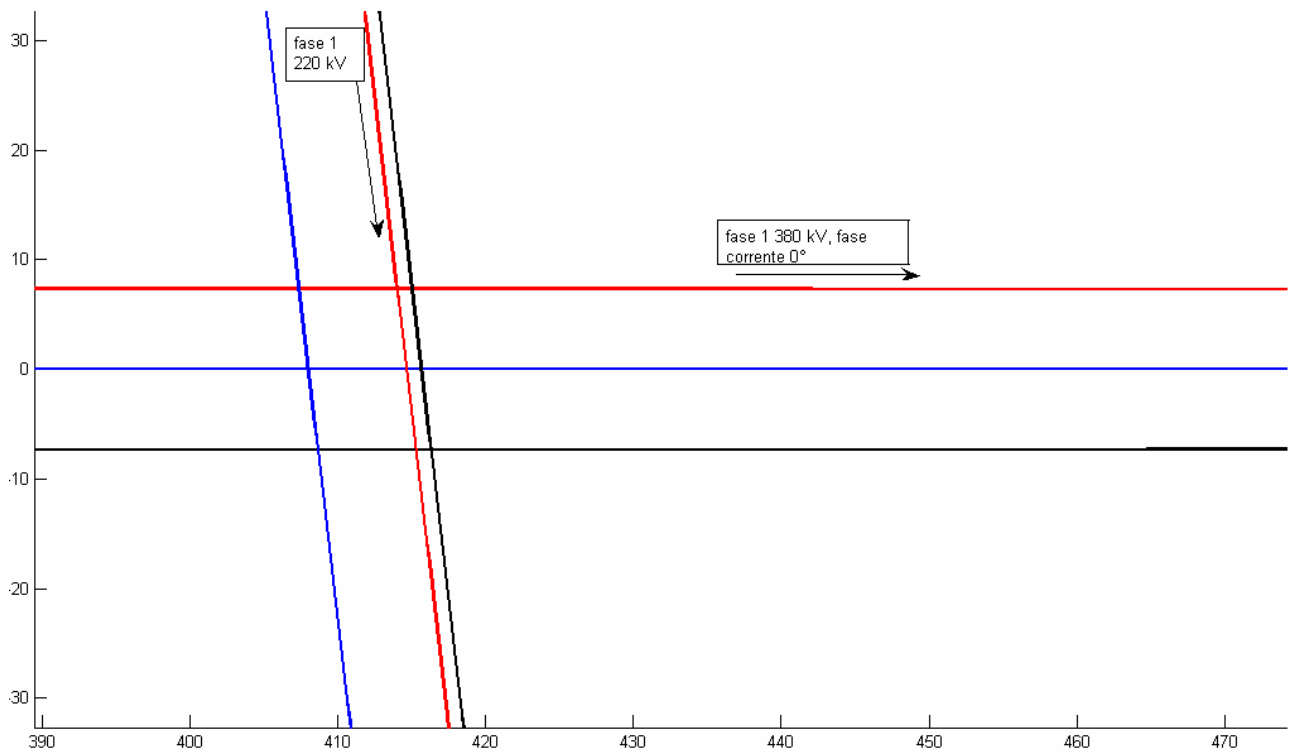


Fig. 5-1: riferimenti delle correnti di linea

Nei grafici seguenti è riportato l'andamento dell'induzione magnetica dovuta alla nuova linea a 380 kV considerando per essa una corrente di esercizio pari alla massima portata in servizio normale.

Anche nei casi più sfavorevoli considerati il contributo della linea a 220 kV è risultato pressoché trascurabile in corrispondenza dei recettori in questione (serre e abitazione).

Rispetto al riferimento assunto per l'ascissa dei grafici di Fig. 5-2 i sostegni n°10 e n°11 si trovano rispettivamente in corrispondenza delle ascisse di 30 m e 372 m.

		LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	A	9	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		

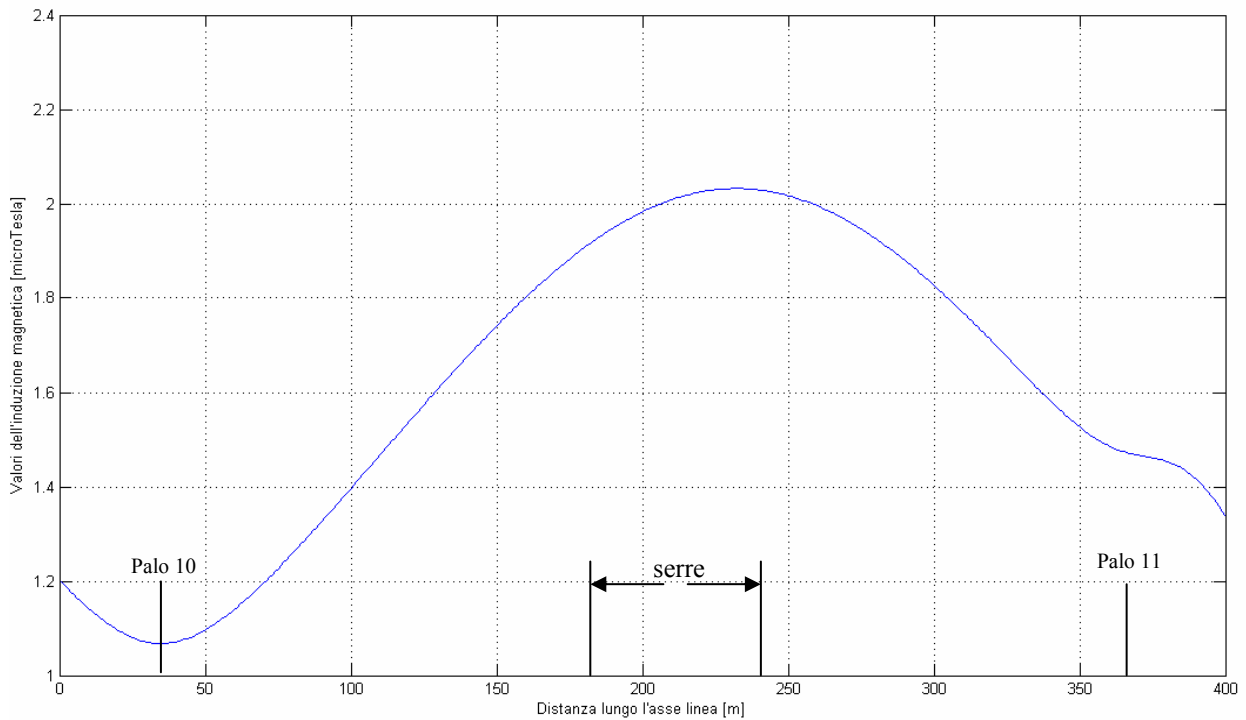


Fig. 5-2: andamento dell'induzione magnetica lungo l'asse della linea a 380 kV

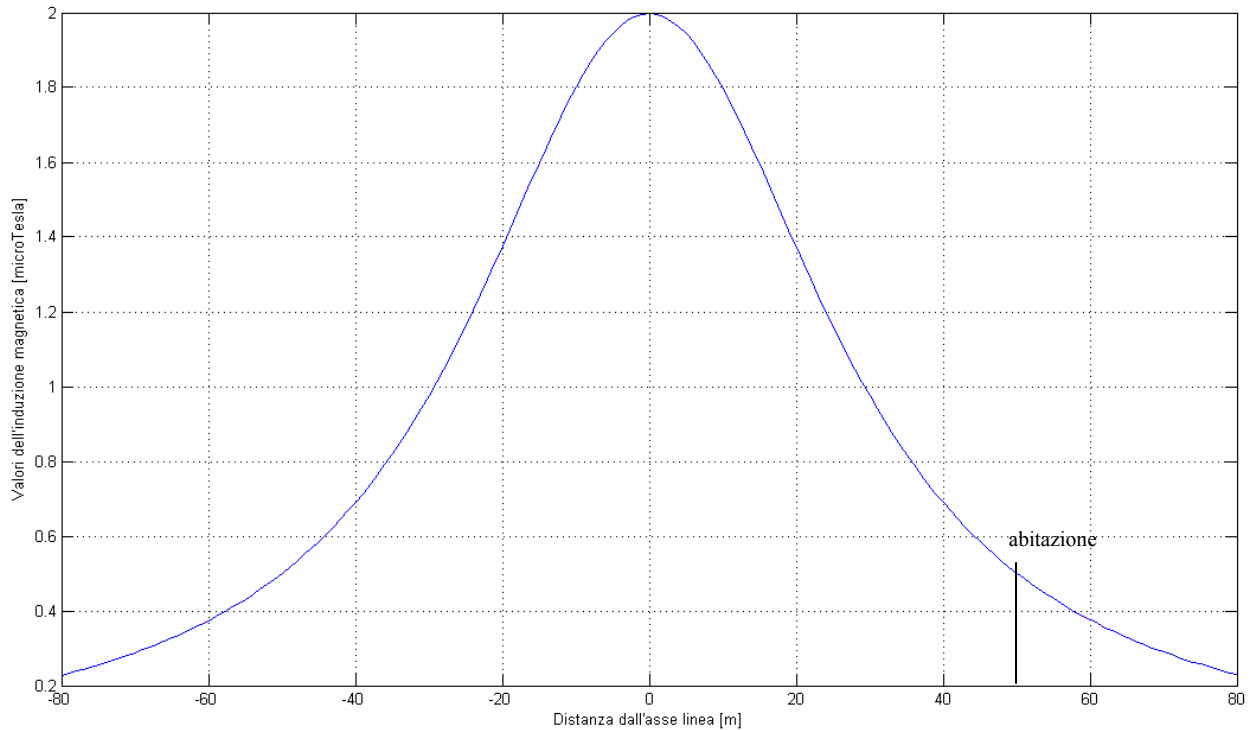


Fig. 5-3: andamento dell'induzione magnetica nella direzione perpendicolare all'asse della linea a 380 kV passante per l'abitazione

		LINGUA-LANG.	PAG.-SH.	TOT. - TOT.
REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	A	10	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato.		SOSTITUISCE IL - REPLACES		
This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



Zerotesla - PISA

Linea 380 kV centrale Leini:
analisi dei campi magnetici

OGGETTO / SUBJECT

AceaElectrabel S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

Dall'analisi dei risultati sopra illustrati si può notare quanto segue:

- l'induzione magnetica in corrispondenza delle serre vale **circa 2 – 2,2 μT** ; tenendo conto che il contributo all'induzione magnetica nella zona di interesse fornito dalla linea a 220 kV è stato calcolato per un massimo di **0,2 μT** ;
- in corrispondenza dell'abitazione posta a 50 m dall'asse della linea a 380 kV il valore dell'induzione magnetica è di circa **0,5 μT** .

REV	DESCRIZIONE – DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. – TOT.
		A	11	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		



Zerotesla - PISA

Linea 380 kV centrale Leini:
analisi dei campi magnetici

OGGETTO / SUBJECT

AceaElectrabel S.p.A.

CLIENTE / CUSTOMER

6 CONCLUSIONI

Sulla base dei calcoli sopra esposti si può affermare quanto segue:

- Ipotizzando che la linea a 380 kV in oggetto funzioni con corrente di **650 A**, valore pari al massimo previsto in funzione della potenza della centrale elettrica ad essa collegata, i valori attesi di induzione magnetica sono:

circa 2,1 μ T in corrispondenza delle serre (vedi Fig. 4-1)

circa 0,5 μ T in corrispondenza dell'abitazione (vedi Fig. 4-1)

- Tali valori risultano ampiamente **al di sotto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T** imposto dalla legislazione vigente.

Si noti che il confronto con il limiti di legge è in realtà da effettuarsi con la mediana nell'arco delle 24 ore, valore statistico che tiene conto della modulazione di corrente (potenza elettrica) di linea durante le 24 ore monitorate. Pertanto il confronto diretto con il valore massimo calcolato è da ritenersi cautelativo.

REV	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	LINGUA-LANG.	PAG.- SH.	TOT. - TOT.
		A	12	12
Il presente documento è di proprietà 3E Ingegneria srl. A termine di legge ogni diritto è riservato. This document is the property of 3E Ingegneria srl. All rights are reserved according to law.		SOSTITUISCE IL - REPLACES SOSTITUITO DA - REPLACED BY		