









<b>REGIONE PUGLIA</b> 		<b>PROVINCIA DI TARANTO</b> 		<b>COMUNE DI CASTELLANETA</b> 		<b>COMUNE DI GINOSA</b> 		
Denominazione impianto:		<b>CONCA D'ORO</b>						
Ubicazione:		Comune di Castellaneta (TA) – Contrada "CHIULLI"			Foglio: 100 - 101 - 102 - Agro di Castellaneta (Impianto FTV) - Particelle: Varie			
		Comune di Ginosa (TA) – Contrada "LAMA DI POZZO"			Foglio: 119 - Agro di Ginosa (Area stazione Utente) - Particelle: Varie			
<b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>IMPIANTO AGRIFOVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI POTENZA NOMINALE P=84,324240 MW, DELLE RELATIVE OPERE NECESSARIE ALLA CONNESSIONE ALLA RETE AT-150 kV DI "RTN", RICADENTI NEI COMUNI DI CASTELLANETA (TA) E DI GINOSA (TA) E PIANO AGRONOMO PER LA RIQUALIFICAZIONE A SCOPPI AGRICOLI DELL'AREA</b>								
PROPONENTE		<b>NEXT SOL PV II S.R.L.</b> <b>Via Eugenio Montale, 78 - 85025 Melfi (PZ)</b> <b>P.IVA: 02040540763 - PEC: nextsolpv2@pec.it</b>						
<b>CODICE AUTORIZZAZIONE IMPIANTO: A1QVGF1</b>								
ELABORATO <b>RELAZIONE PREVISIONALE DI VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>						Tav. N° FV-CS-IE.38-00		
						Codice Pratica: STMG 201900895		
Aggiornamenti	Numero	Data	Motivo			Eseguito	Verificato	Approvato
	Rev 0	Ottobre 2023	Istanza per l'avvio al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell' Art. 23 del D.Lgs 152-2006 e ss.mm.ii.			G.P.	S.M.	S.M.
<b>PROJECT MANAGER</b> <b>ING. SERGIO MARTANO</b> <b>GEOM. FELICE SASSI</b>				  <b>I TECNICI:</b>		<b>Spazio riservato agli Enti</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> <b>IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI</b> <b>ING. SERGIO MARTANO</b> <b>ING. ROSSELLA MUSCI</b>				 				
<input type="checkbox"/> <b>AREA TOPOGRAFICA</b> <b>GEOM. FELICE SASSI</b>								
<input type="checkbox"/> <b>AREA VIA - VAS</b> <b>D.SSA WANDA GALANTE</b> <b>ARCH. IVAN RISIMINI</b>								
<input type="checkbox"/> <b>AREA AGRONOMICA - PAESAGGISTICA</b> <b>D.SSA WANDA GALANTE</b> <b>ARCH. IVAN RISIMINI</b>								
<input type="checkbox"/> <b>AREA GEOLOGICA - IDRAULICA</b> <b>DR. FRANCO SOZIO</b>								
<input type="checkbox"/> <b>AREA ARCHEOLOGICA</b> <b>DR. COSIMO PACE – NOVELUNE SRL</b>								
<input type="checkbox"/> <b>AREA RILIEVI FONOMETRICI</b> <b>ING. MICHELE BUNGARO</b>								

**IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO DI PRODUZIONE DI  
ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE  
FOTOVOLTAICA P=84,324240 MWp (DC) E P=81,725 MW  
(AC) DENOMINATO “ CONCA D’ORO “  
CASTELLANETA – TARANTO**

**RELAZIONE TECNICA PREVISIONALE  
DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>Pag. 4</b>
<b>2. AREE INTERESSATE DALL'IMPIANTO FV</b>	<b>Pag. 5</b>
<b>3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL GENERATORE FV</b>	<b>Pag. 6</b>
<b>4. GENERALITA' SUI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b>	<b>Pag. 8</b>
<b>5. EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	<b>Pag. 8</b>
<b>6. RIFERIMENTI NORMATIVI-DECRETI.</b>	<b>Pag. 9</b>
<b>7. DEFINIZIONI E RIFERIMENTI DI CALCOLO</b>	<b>Pag. 12</b>
<b>8. ACCORGIMENTI IMPIANTISTICI E MISURE DI PREVENZIONE</b>	<b>Pag. 13</b>
<b>9. METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>Pag. 14</b>
<b>10. RISULTATI DEI CALCOLI PER LINEA INTERRATA AT-150 KV</b>	<b>Pag 16</b>
<b>11. RISULTATI DEI CALCOLI PER LINEA INTERRATA MT</b>	<b>Pag. 21</b>

## 1. INTRODUZIONE

La seguente Relazione Tecnica Specialistica ha lo scopo di fornire le descrizioni tecniche, le scelte, gli accorgimenti previsti ed i calcoli previsionali dell'intensità dei campi elettromagnetici rivenienti dagli impianti elettrici, in bassa tensione ( BT-800 V ), in media tensione ( MT – 30 kV ) ed in alta tensione ( AT-150 KV ), necessari per la connessione dell'impianto agri-fotovoltaico , alla rete a 150 KV di RTN.

La società NEXT SOL PV II S.r.l., con sede in Melfi ( PZ ) , alla Via Eugenio Montale,78 – 85025, nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti agri-fotovoltaici di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico , nel Comune di Castellaneta ( TA ), di potenza  $P=84,324240$  MW ( lato corrente continua ) e  $P=81,725$  MW In immissione ( lato corrente alternata ).

A seguito della richiesta di connessione alla rete a 150 kV di RTN, è stata emessa da TERNA la STMG ( Soluzione Tecnica Minima Generale ), per la connessione, numero di pratica N° 201900895, che prevede la connessione in antenna su uno stallo a 150 kV della nuova Stazione a SE – SMISTAMENTO- 150 KV di RTN, da collegare in entra-esci alle linee a 150 KV di RTN “ PISTICCI – TARANTO N2” e “GINOSA MARINA-MATERA” previo la realizzazione del potenziamento/rifacimento della linea aerea 150 KV della RTN nel tratto compreso tra la nuova SE-SMISTAMENTO di GINOSA MARINA e la esistente SE-380-150 KV di MATERA , di RTN.

Per la connessione dell'impianto alla rete a 150 KV di RTN, come ampiamente descritto in altra Relazione Tecnica Specialistica Generale e negli altri elaborati progettuali, sono stati previsti i seguenti interventi:

- Realizzazione di N°26 cabine di trasformazione BT-MT ( 0,8/30 KV ) interne alle aree di produzione.
- Realizzazione di N°1 Quadro di MT- Raccolta dalle Aree.
- Linee in cavo interrate MT-30 KV per il conferimento dell'energia generata verso la Stazione Elevatrice del Produttore.
- Realizzazione di una Stazione Elevatrice del Produttore MT-AT ( 30/150 KV )
- Linea in cavo interrata in AT-150 KV per la connessione con lo stallo di RTN.

## **2. AREE INTERESSATE DALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Per quanto si evince dagli elaborati progettuali, l'intero impianto di produzione si sviluppa su tre aree ben distinte i cui riferimenti particellari, sono:

### **Area N°1**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136

Foglio N°100

Particelle N° : 107-105-90-86-85-87-81-83-122

### **Area N°2**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136

Foglio N°102

Particelle N° : 2-98

### **Area N°3**

Comune di Castellaneta – Ta – Codice C.136

Foglio N°101

Particelle N° : 134-200-203-198-205-207

### 3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico è del tipo installato a terra ed è costituito da “tracker ad inseguimento di tilt”, disposti lungo l’asse nord-sud e con rotazione est-ovest, per la massimizzazione della producibilità.

I tracker previsti sono del tipo a 13-26-52 moduli; i moduli previsti sono del tipo JKM585M-7RL4-V di produzione JINKO SOLAR, di potenza unitaria  $P=585$  Wp.

Le stringhe sono formate da 26 moduli in serie e si attesteranno ad inverter di stringa, modello SUN2000-185 KTL-H1 di potenza  $P=185$  KVA, di produzione HUAWEI, capace di collegare 18 stringhe suddivise in 9 MPPT; gli inverter saranno installati sotto gli inverter stessi.

Gli inverter saranno collegati in parallelo tra di loro, genericamente 18 inverter alla volta (salvo eccezioni dovute all’ottimizzazione della potenza), mediante un quadro generale di Bassa Tensione di Parallelo Inverter, le cui due uscite si attesteranno ai due secondari a 800 V, di un trasformatore elevatore di campo BT-MT (800 V – 30 KV), di potenza unitaria  $P=3150$  KVA, con isolamento in resina epossidica.

I trasformatori saranno collegati ad un corrispondente quadro di MT-30 KV di Campo, costituito da 4 unità funzionali (unità di arrivo; unità di partenza; unità misure; unità di protezione trasformatore); tali quadri MT saranno collegati, funzionalmente, in una configurazione ad “anello aperto-chiuso” per migliorare la disponibilità e la produzione di energia.

Il quadro MT di campo, il trasformatore elevatore, il quadro BT di campo e pertinenze varie, saranno installati all’interno di una cabina prefabbricata in cemento.

In totale sono stati previsti N°4 anelli di media tensione, tutti realizzati in cavo interrato, come più avanti descritti.

Gli anelli di MT convoglieranno tutta l’energia generata in un quadro QMT-Raccolta; da tale quadro saranno derivate tre linee in cavo per trasferire l’energia generata in un quadro QMT-Generale, previsto nella Stazione Elevatrice MT-AT del Produttore.

In un’area distante 10,7 Km dall’impianto (Area 3), è prevista la realizzazione di una Stazione Elevatrice MT-AT (30/150 KV), contenente N°2 trasformatori 30/150 KV di potenza unitaria  $P=40-50$  KVA.

Per la connessione dell’impianto, sullo stallo previsto da TERNA, presso la Nuova SE-Smistamento 150 KV di Ginosa, è stata prevista una linea in cavo interrato di AT-150 KV.

Il generatore fotovoltaico e le pertinenze necessarie per la sua connessione alla rete di RTN, sono, sinteticamente :

#### 3.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO

##### Area N°1

Numero totale moduli N°37.908

Tracker da 13 moduli N°92

Tracker da 26 moduli N°152

Tracker da 52 moduli N°630

Inverter di potenza  $P=185$  KVA N°122

Cabine di trasformazione elevatrici di campo N°7, cadauna con un trasformatore elevatore  $P=3150$  KVA; ciascun trasformatore sarà collegato al proprio quadro MT mediante una linea in cavo, tipo ARP1H5E – 3x1x70 mmq, posata entro cunicolo.

Anello interno A.1.1, di lunghezza totale  $L=6400$  mt, costituito da cavo ARP1H5E-3x1x400 mmq.

## **Area N°2**

Numero totale moduli N°32.500

Tracker da 13 moduli N°132

Tracker da 26 moduli N°112

Tracker da 52 moduli N°536

Inverter di potenza P=185 KVA N°105

Cabine di trasformazione elevatrici di campo N°6, cadauna con un trasformatore elevatore P=3150 KVA; ciascun trasformatore sarà collegato al proprio quadro MT mediante una linea in cavo, tipo ARP1H5E – 3x1x70 mmq, posata entro cunicolo.

Anello interno A.2.1, di lunghezza totale L=4280 mt, costituito da cavo ARP1H5E-3x1x300 mmq.

## **Area N°3**

Numero totale moduli N°73.736

Tracker da 13 moduli N°374

Tracker da 26 moduli N°549

Tracker da 52 moduli N°1050

Inverter di potenza P=185 KVA N°240

Cabine di trasformazione elevatrici di campo N°13, cadauna con un trasformatore elevatore P=3150 KVA, collegate mediante due anelli; ciascun trasformatore sarà collegato al proprio quadro MT mediante una linea in cavo, tipo ARP1H5E – 3x1x70 mmq, posata entro cunicolo.

Anello interno A.3.1 ( per 7 cabine ) di lunghezza totale L=3740 mt, costituito da cavo ARP1H5E-3x1x400 mmq.

Anello interno A.3.2 ( per 6 cabine ) di lunghezza totale L=2910 mt, costituito da cavo ARP1H5E-3x1x300 mmq.

**N.B. Gli anelli interni di media tensione convogliano l'energia prodotta in un quadro QMT-Raccolta, ubicato entro un prefabbricato in cemento "a pannelli", nell'area 3.**

### **3.2 LINEE DI CONNESSIONE TRA QMT-RACCOLTA E QMT-STAZIONE ELEVATRICE**

La connessione tra i quadri QMT-Raccolta e QMT-Generale in Stazione Elevatrice, è prevista mediante N°3 linee interrate in cavo, tipo ARP1H5E in formazione 3x(2x1x630 mmq), di lunghezza unitaria L=10,7 km.

### **3.3 STAZIONE ELEVATRICE MT-AT ( 30-150 KV ) DEL PRODUTTORE**

La Stazione si comporrà, essenzialmente, di :

- N°1 quadro QMT-Generale 30 KV
- N°2 trasformatori MT-AT ( 30-150 KV ) di potenza P=40/50 MVA
- N°2 stalli AT-150 KV di trasformazione
- N°1 sistema di sbarre a 1560 KV
- N°1 stallo di linea in uscita

### **3.4 LINEA DI CONNESSIONE AT-150 KV TRA STAZIONE ELEVATRICE E STALLO DI RTN**

La connessione a 150 KV tra la Stazione Elevatrice e lo stallo di RTN, è prevista mediante N°1 linea interrata in cavo, in formazione ( 3x1x1600 mmq ), di lunghezza L=350 mt ca.

## 4. GENERALITA' SUI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Si descrivono, brevemente, alcune considerazioni circa i campi elettrici e magnetici.

**Campi elettrici:** sono creati da differenze di potenziale ( tensioni ) e sono tanto più intensi quanto più alta è la tensione.

**Campi magnetici:** sono creati dalla circolazione di corrente e sono di intensità tanto maggiore quanto maggiore sarà la corrente.

Il campo elettrico è presente quando è presente una tensione, anche in assenza di correnti di circolazione; se sono presenti tensione e corrente, il campo elettrico resterà costante, mentre quello magnetico sarà variabile a seconda dell'entità della corrente circolante.

Nelle linee aeree o in cavo in media tensione ed in alta tensione, i campi elettrici e magnetici che ne risultano sono, all'origine, nei pressi delle sorgenti, di una certa entità e man mano che ci si allontana dalle sorgenti, tendono a diminuire.

I campi elettromagnetici dipendono fortemente anche dalla frequenza; nel caso in esame si farà riferimento alle basse frequenze ( da 0 a 300 Hz ), in cui ricade la frequenza della rete nazionale  $f=50$  Hz.

Una differenziazione è quella che distingue i campi elettromagnetici "non ionizzanti" da quelli "ionizzanti"; le onde elettromagnetiche sono trasportate dai "quanti" che in funzione delle frequenze, possono trasportare una maggiore energia.

Alcune onde trasportano un'energia tanto potente tale da essere in grado di rompere i legami tra le molecole: queste onde sono chiamate "ionizzanti"; i campi elettromagnetici i cui "quanti" non hanno l'energia sufficiente per rompere i legami molecolari, sono del tipo "non ionizzanti".

## 5. EFFETTI DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

L'esposizione del corpo umano a campi elettromagnetici è costantemente aumentata in quanto la crescita della domanda di elettricità, il continuo avanzamento delle tecnologie ed i cambiamenti nei comportamenti sociali hanno creato sorgenti artificiali in misura sempre maggiore; in pratica si è sempre esposti a campi elettromagnetici.

I campi magnetici a bassa frequenza provocano la circolazione di correnti all'interno del corpo umano; se queste correnti sono sufficientemente elevate si possono avere stimolazioni di nervi e muscoli, o influenzare processi biologici.

Da anni sono stati sviluppati molti studi per trovare un nesso tra i campi elettromagnetici cui può essere sottoposto il corpo umano e patologie/malattie quali cancro, disfunzioni biologiche, depressione, stanchezza, ecc.

Gli argomenti in merito sono molto controversi ed oggetto di molti studi internazionali, attivati, tra l'altro, dalla stessa OMS ( Organizzazione Mondiale della Sanità ).



## **6. RIFERIMENTI NORMATIVI– DECRETI**

### **6.1 NORME CEI**

- Norma CEI 11 – 17 – Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica – linee in cavo.
- Norma CEI 106 – 11 – Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- Norma CEI 211 – 14 – Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche.
- Norma CEI 211 – 6 – Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 – 10 Hz.
- Direttiva Europea N°89/336/CEE – Compatibilità Elettromagnetica

### **6.2 DECRETI**

La prima norma che ha disciplinato la materia circa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati dalle linee elettriche di trasporto di energia è stato il D.P.C.M. del 23 Aprile 1992.

I limiti imposti dal succitato decreto erano rispettivamente di 5 kV / m per il campo elettrico di 10  $\mu$ T per il campo magnetico. In più venivano fissate le distanze minime dai conduttori, in funzione del valore di tensione della linea, da tutti i fabbricati e/o luoghi ove si potesse presumere una presenza prolungata e significativa di persone.

Il 22 febbraio 2001 veniva promulgata la Legge Quadro N°36 sulla protezione da esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici; in essa venne introdotto il concetto di fascia di rispetto, definita, all'articolo 4.1h, come lo spazio all'interno di cui "non è consentita alcuna destinazione di edifici ed uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero, ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore "; la stessa prevedeva, inoltre, una serie di strumenti attuativi che normassero in maniera puntuale la materia e rimandava ad un successivo Decreto Ministeriale il compito di stabilire i nuovi limiti di esposizione.

Questo decreto è diventato operativo l'8 Luglio 2003.

## D.P.C.M. 8 Luglio 2003

- 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  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica e 5 kV / m per il campo magnetico, 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 do 10  $\mu\text{T}$ , da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.
- Art. 4 Obiettivi di qualità
  1. 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 generato dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- Art. 5 Tecniche di misurazione e di determinazione dei livelli di esposizione
  1. Le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla norma CEI 211 – 6, data pubblicazione 2001 – 01, classificazione 211 – 6 prima edizione, *“Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 Hz, con riferimento all'esposizione umana”* e successivi aggiornamenti.
- Art. 6 Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
  1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11 – 60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.
  2. L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio.

## **D.M. 29/05/2008 – SUPPLEMENTO G.U. N° 160 DEL 5/7/2008**

Con Decreto del 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, così come previsto dall’art. 6 comma 2 del D.P.C.M. suddetto.

Al par. 5.1.3 del succitato decreto si evince testualmente: “Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione il proprietario / gestore deve:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull’intero tronco ( la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale ).
- Proiettare al suolo verticale tale fascia.
- Comunicarne l’estensione rispetto alla proiezione del centro linea: tale distanza ( Dpa ) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione, cautelativa, delle fasce. Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore ad 1 mt. Per gli elettrodotti in alta tensione di nuova realizzazione, la Dpa sarà fornita in formato elettronico georeferenziato che rispecchi la situazione post – realizzazione.

Per quanto riguarda il calcolo della Dpa, è possibile applicare quanto previsto dalla norma CEI 106 – 11 – Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli. In casi complessi quali parallelismi, incroci tra linee o derivazioni e cambi di direzioni, vengono introdotti nel seguito procedimenti semplificati ( par. 5.1.4 ) che permettono di individuare aree di prima approssimazione che hanno la medesima valenza delle Dpa: cioè il primo termine di confronto per stabilire se sia necessario o meno un’analisi approfondita con calcolo tridimensionale della fascia di rispetto.

L’analisi si esaurirà a questo livello nella maggior parte dei casi.

In seguito all’emergere di situazioni di non rispetto della Dpa per vicinanza tra edifici o luoghi destinati a permanenza non inferiore a 4 ore, esistenti o di nuova progettazione, e linee elettriche esistenti oppure nuove, o in casi particolarmente complessi per la presenza di linee numerose o con andamenti molto irregolari, le autorità competenti valuteranno l’opportunità di richiedere al proprietario / gestore di eseguire il calcolo esatto della fascia di rispetto lungo le necessarie sezioni della linea al fine di consentire una corretta valutazione.

In questi casi particolari, la fascia deve essere calcolata in base ai valori che i parametri assumono in corrispondenza delle sezioni di calcolo e descritta in termini di estensione e collocazione spaziale tramite sezioni longitudinali, orizzontali e verticali rispetto al suolo, e trasversali da fornire in formato cartaceo e digitale georeferenziato rispetto al baricentro dei conduttori.

## 7. DEFINIZIONI E RIFERIMENTI DI CALCOLO

Ai fini dell'applicazione dei citati riferimenti legislativi si assumono le seguenti definizioni:

- a) Intensità di campo elettrico è il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo elettrico nel punto considerato, misurato in Volt al metro (V/m).
- b) Intensità di induzione magnetica è il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si può pensare scomposto il vettore campo magnetico nel punto considerato, misurato in Tesla ( T ).
- c) Elettrodotto: l'insieme delle linee elettriche propriamente dette, sottostazioni e cabine di trasformazione.

Per il calcolo dei valori del campo elettromagnetico si è fatto riferimento alla norma CEI 211 – 4 *“Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”*.

Una linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico proporzionale alla tensione di esercizio della linea stessa ed un campo magnetico proporzionale alla corrente che transita nella linea.

Sia il campo elettrico che il campo magnetico decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per l'intero campo fotovoltaico e per le linee di connessione sino alla cabina elevatrice del produttore 30 / 150 kV, la presenza di campi elettromagnetici sarà del tipo a frequenza molto bassa, essendo gli impianti di tipo elettrico a 50 Hz.

Le maggiori fonti di campi elettromagnetici sono, di fatto:

- Cabine di trasformazione elevatrici, di campo 800 V / 30 kV
- Linee elettriche interrate, a 30 kV
- Cabina di trasformazione 30 / 150 kV
- Linea elettrica interrata a 150 kV.

**Obiettivo di qualità:** ( DPCM 8/7/2003 art. 4 ) nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze giornaliere non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee di installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle condizioni di esercizio.

**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 una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità ( 3  $\mu$ T ). Come prescritto dall'art.4c.1 lettera h) della Legge Quadro N° 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore alle quattro ore.

**Distanza di prima approssimazione ( Dpa ):** è la distanza in pianta sul livello del suolo della proiezione del centro linea secondaria da tutte le pareti della cabina stessa. Tale distanza garantisce che ogni punto oltre la Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

## **8. ACCORGIMENTI IMPIANTISTICI E MISURE DI PREVENZIONE**

Gli accorgimenti previsti, già nella fase di progettazione definitiva, tendono già a mitigare le intensità dei campi elettromagnetici; si citano, ad esempio:

- Gli impianti di media tensione saranno alloggiati in cabine di trasformazione realizzate in cemento prefabbricato, le cui pareti e soffitto, contengono all'interno una vera e propria gabbia di Faraday; gli ambienti non sono presidiati e vi si accederà solo nel caso di guasti o di manutenzione e, comunque, in assenza di carico e di tensione.
- I cavi di media tensione sono previsti con schermatura interna; la loro posa è esclusivamente interrata entro cavidotti oppure entro pozzetti e cunicoli; sia la schermatura che il terreno contribuiscono in modo efficace ad attenuare il campo elettrico. Il comportamento del campo magnetico è diverso : l'induzione magnetica prodotta dai cavi assume valori apprezzabili solo vicino al conduttore.
- I cavi di alta tensione sono previsti con schermatura interna; la loro posa è esclusivamente interrata.
- La cabina elevatrice 30 / 150 kV è del tipo "a giorno ", con tutte le apparecchiature a vista; la cabina non è presidiata poiché totalmente controllata e supervisionata da remoto. L'area è recintata e l'accesso sarà possibile solo in caso di manutenzione, a personale dedicato; la distanza tra le recinzioni e le parti attive a 150 kV è tale da poter ritenere, per esperienze del caso, che i valori del campo elettromagnetico siano alquanto bassi.

## 9. METODOLOGIA DI CALCOLO

Le valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del D.P.C.M. dell'8 luglio 2003, "*Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi 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 D.M. 29 maggio 2008, ( Pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160 ).

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n.36, ovvero il volume racchiuso dalla curva 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.

### 9.1 METODOLOGIA DI CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

#### Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 maggio 2008 "*Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto*" si introducono le seguenti definizioni:

- **Corrente**  
Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.
- **Portata in corrente in servizio normale**  
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 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**  
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 )**  
Distanza, in pianta sul livello del suolo, della 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. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

- **Metodo di calcolo**

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche in cavo si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse dalla norma CEI 106 – 11.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale, che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea ( Dpa ).

## **9.2 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO ELETTRICO**

### **Cenni storici**

In generale, per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta a quella del medesimo conduttore reale.

In particolare il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come dipendente da:

- direttamente proporzionale alla densità lineare di carica sul conduttore;
- inversamente proporzionale dalla distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo

## 10. RISULTATI DEI CALCOLI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DALLA LINEA INTERRATA IN AT – 150 KV

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linea interrata, esso è da ritenersi di valore trascurabile grazie anche all'effetto schermante del terreno e del magrone di cemento.

Si riportano, quindi, solo i calcoli previsionali relativi al campo magnetico.

Si è considerata la situazione più significativa, quella del campo magnetico generato in un punto qualsiasi del tratto di cavidotto a 150 kV dalla cabina elevatrice alla nuova SE-Smistamento 150 kV di Ginosa di RTN. ( Vedi Fig. 1 )

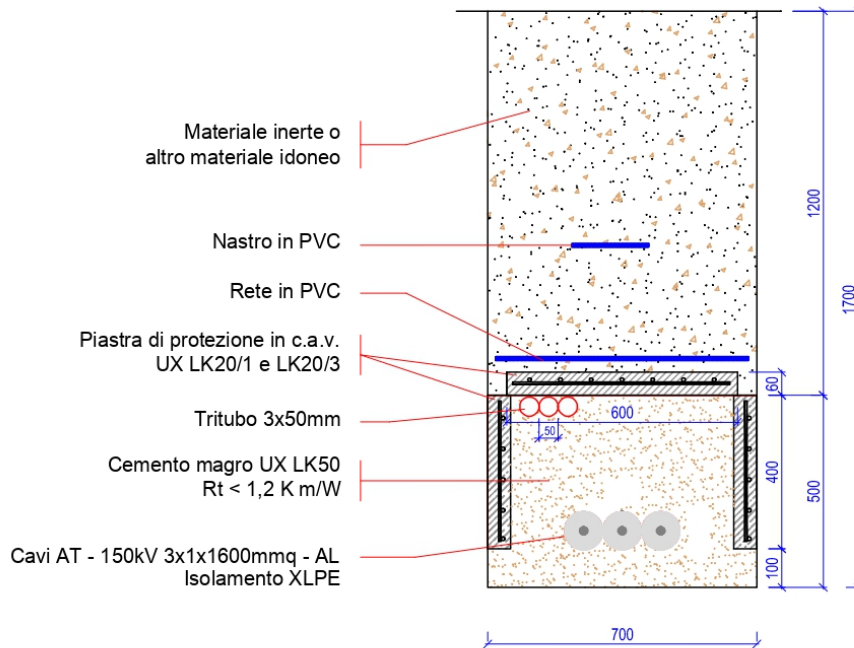
Dalla relazione di calcolo del dimensionamento del cavo 150 kV si evince che la corrente massima di impiego è  $I_b = 385$  A.

### Caratteristiche del cavo

- Tipo ARE4H1H5E
- Livelli di isolamento  $U_0/U = 87/150$  kV
- Sezione  $S = 1.600$  mmq
- Diametro esterno 111 mm
- Cavi disposti In piano
- Profondità di posa 1,6 mt



## ESEMPIO DI POSA CAVI IN PIANO IN TERRENO AGRICOLO



## ESEMPIO DI POSA CAVI IN PIANO SU SEDE STRADALE

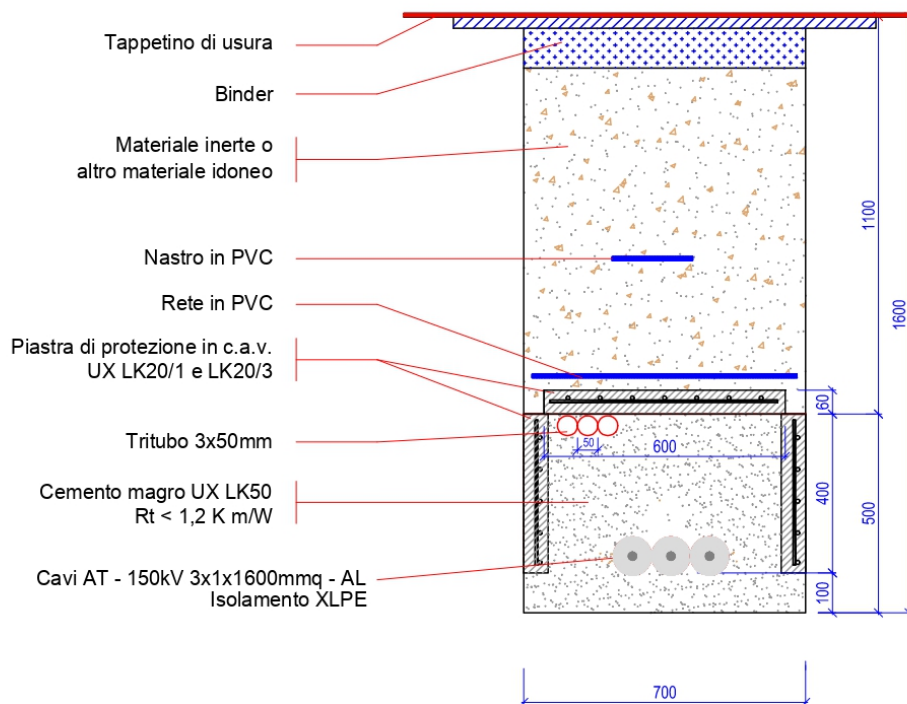


Fig.1

Nella tabella T1 e nelle Fig. 2 e Fig. 3 sono riportati i risultati del calcolo dell'intensità del campo magnetico generato dalla linea incavo AT – 150 kV, per una corrente massima reale di impiego di 385 A.

Il calcolo è stato redatto sulla base delle indicazioni contenute nella norma CEI 211 – 6 *“Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 – 10 Hz”*.

Circa la fascia di rispetto dei 3  $\mu\text{T}$  e la Distanza di Prima Approssimazione ( Dpa ), queste sono state calcolate in ossequio alla norma CEI 211 – 4.

Dai calcoli si è desunta una Dpa pari a circa 2,5 mt, vedi Fig. 4

Distanza [m]	B risultante [ $\mu\text{T}$ ]
-7,000	0,00
-6,000	0,35
-5,000	0,75
-4,000	0,90
-3,000	1,30
-2,000	1,70
-1,000	2,30
0,000	3,50
1,000	2,30
2,000	1,70
3,000	1,30
4,000	0,90
5,000	0,75
6,000	0,35
7,000	0,00

**Tabella T1**

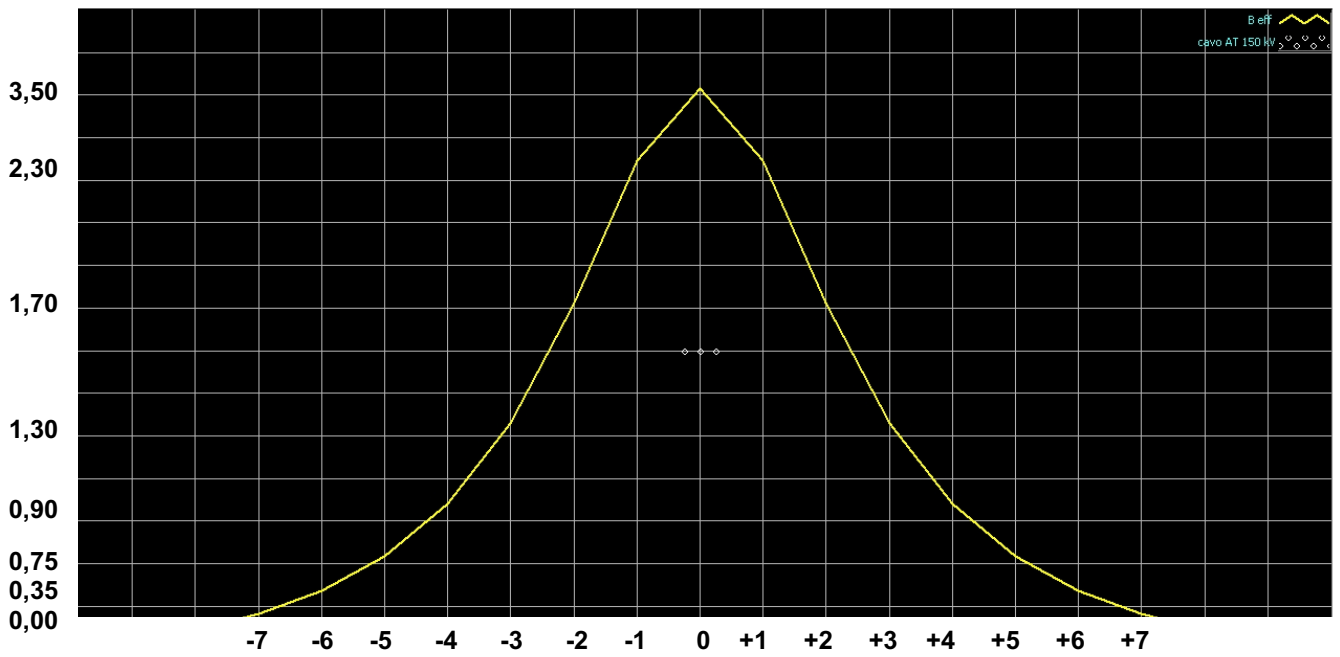


Fig. 2

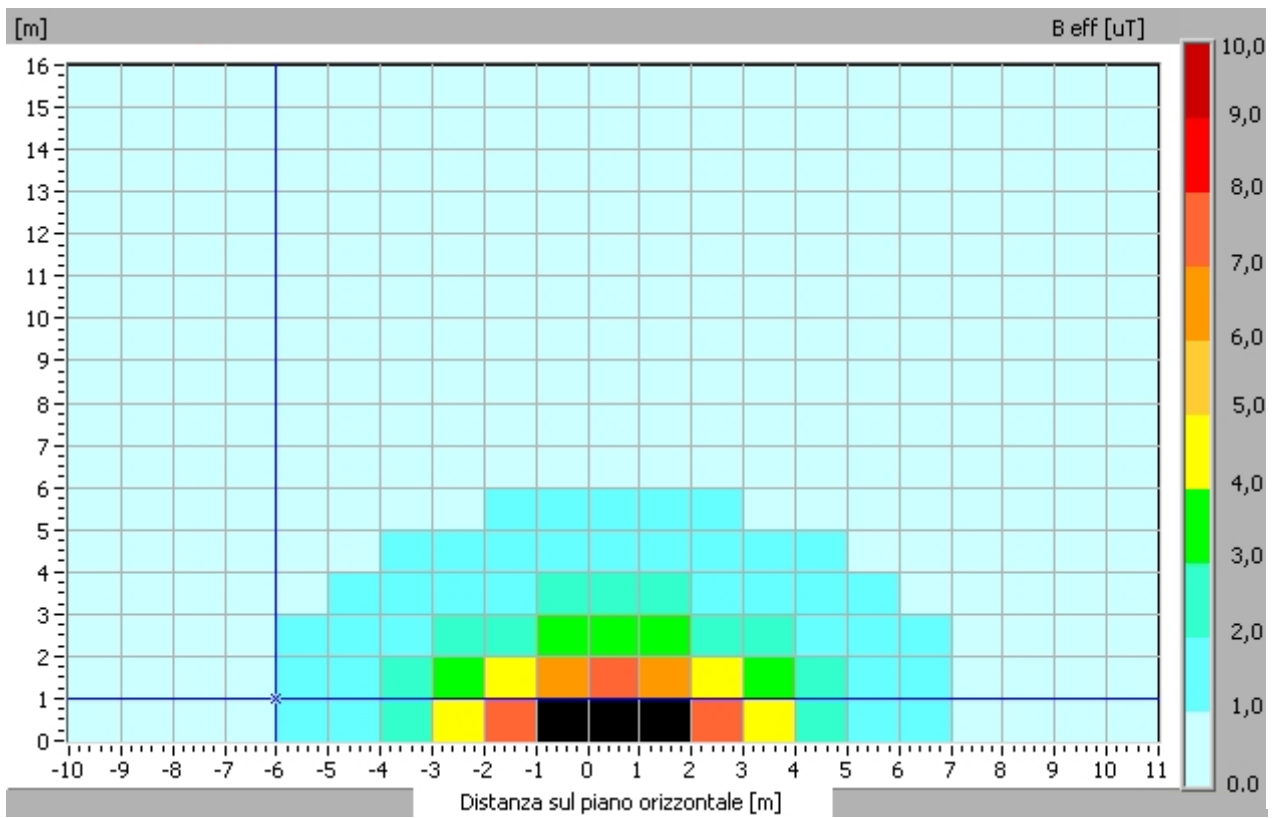
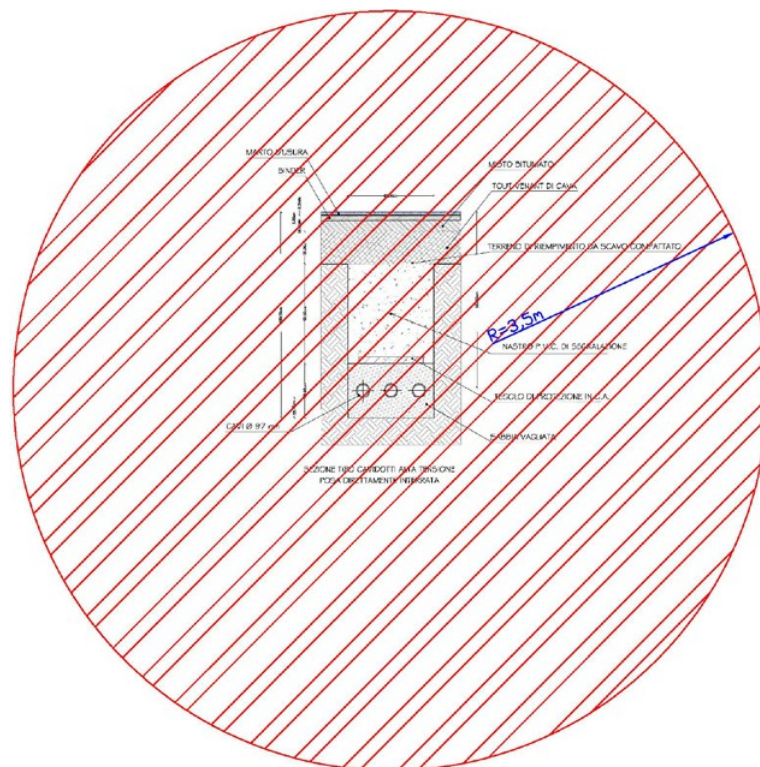
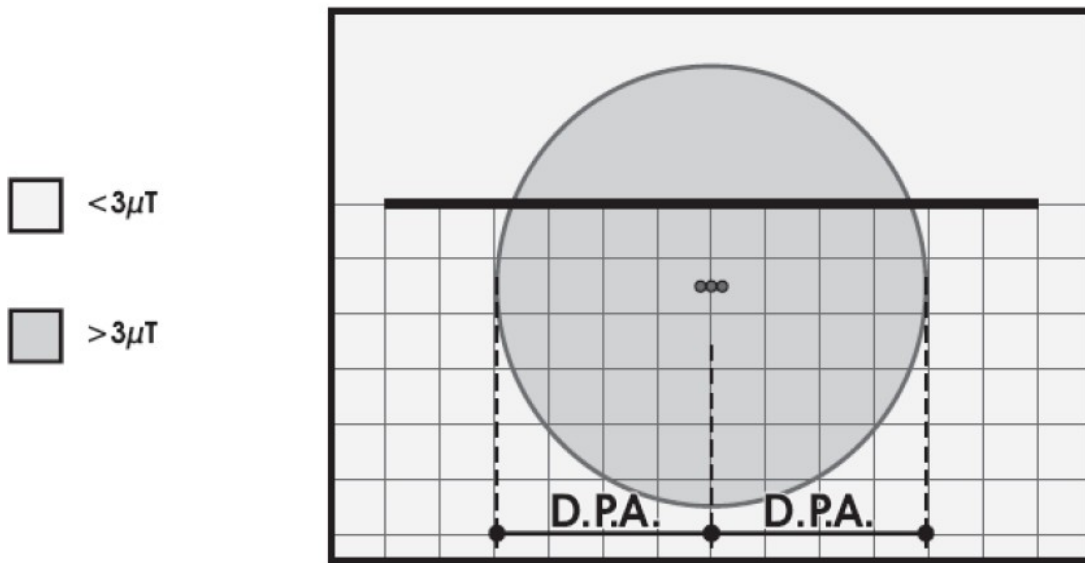


Fig. 3

# RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



**Fig. 4**

## **10.1 CONCLUSIONI**

Si può concludere che il campo magnetico “post operam “, ad altezza di uomo, avrà un valore inferiore al limite di sicurezza dei 3  $\mu$ T a circa 2 mt.

C'è da sottolineare che il cavidotto in esame è lontano da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso, per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati; inoltre interventi di manutenzione saranno effettuati sempre in assenza di tensione.

## **11. RISULTATI DEI CALCOLI DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI LINEE INTERRATE IN MT – 30 KV INTERNE ALLE AREE DI PRODUZIONE**

Anche per le linee interrato in MT, interne alle aree di produzione, il campo elettrico è da ritenersi trascurabile, per cui si riportano solo i calcoli del campo magnetico.

Dalla relazione di calcolo delle linee MT interne alle aree di produzione, si è considerata, ad esempio, la linea dell' anello A.1.1 ( cavo tipo ARP1H5E 3x1x400 mmq ) di cui la sezione tipica S2 è illustrata nella Fig. 5 .

Il calcolo del campo magnetico è stato sviluppato sulla verticale del cavidotto e nelle sue immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 5 mt ( distanza teorica poiché la viabilità interna all'impianto prevede strade di servizio larghe 4 mt ); la valutazione del campo magnetico è stata calcolata alle quote 0; +1; +2; +3 mt dal livello del suolo.

Il calcolo è stato eseguito in ossequio alle raccomandazioni della norma CEI 211 – 4.

Nella Tabella T.2 sono tabellati i valori delle intensità del campo magnetico, calcolato in funzione della distanza dall'asse del cavidotto e della quota “h”rispetto al piano di campagna.

## SEZIONE TIPICA "S2"

- N. 1 CAVO MT - POSA SU STRADA STERRATA O TERRENO NATURALE AGRICOLO  
MODALITA' DI POSA: IN TUBO PROTETTIVO INTERRATO (CEI 11-17)
- CAVO UNIPOLARE - 18 /30 kV (CEI - UNEL 35027)
- PROFONDITA' DI POSA: CEI 11-17

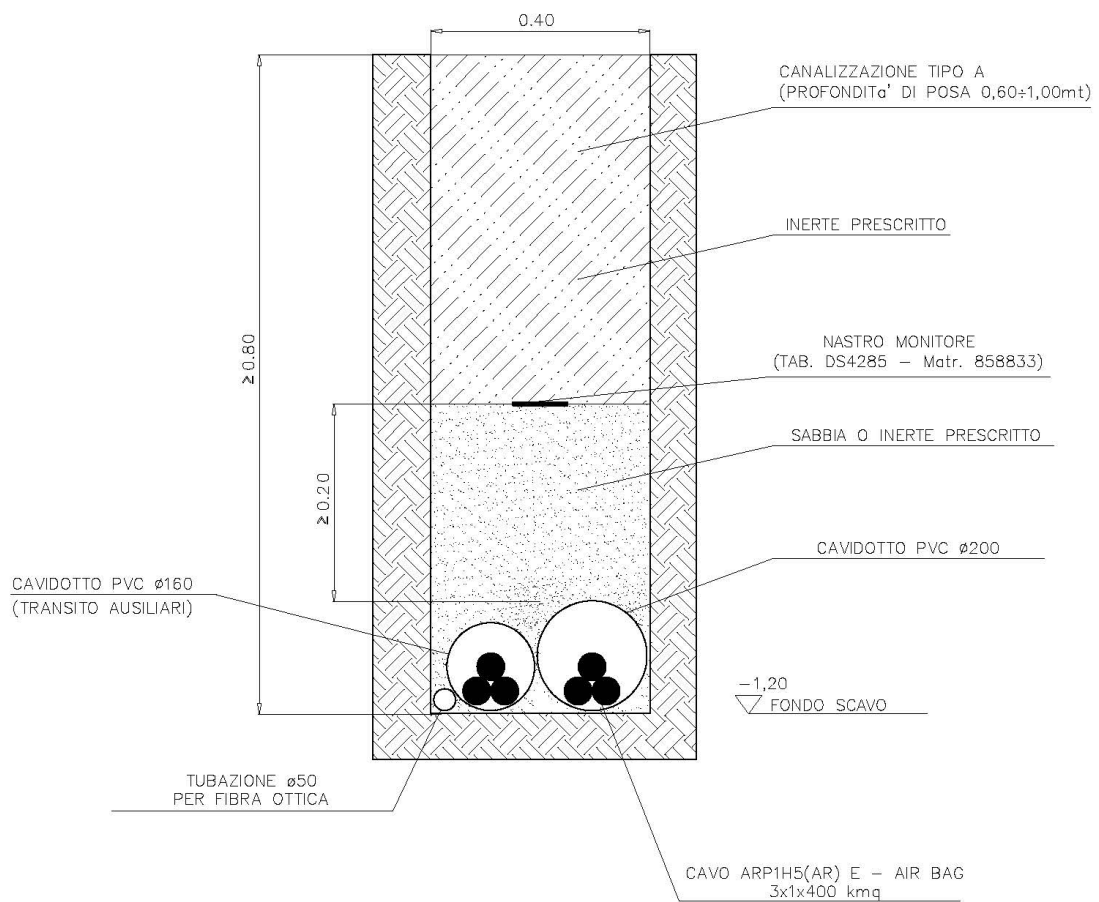


Fig. 5

Distanza dal cavidotto (m)	Campo magnetico sulla verticale ( $\mu\text{T}$ )			
	$h = 0\text{ m}$	$h = 1\text{ m}$	$h = 2\text{ m}$	$h = 3\text{ m}$
-5	0,00	0,00	0,00	0,00
-2,5	0,80	0,70	0,80	0,50
0	4,90	2,00	1,80	1,00
2,5	0,80	0,70	0,80	0,50
5	0,00	0,00	0,53	0,00

TABELLA T. 2

Nella Fig. 6, invece, è riportato l'andamento grafico dello stesso campo magnetico.

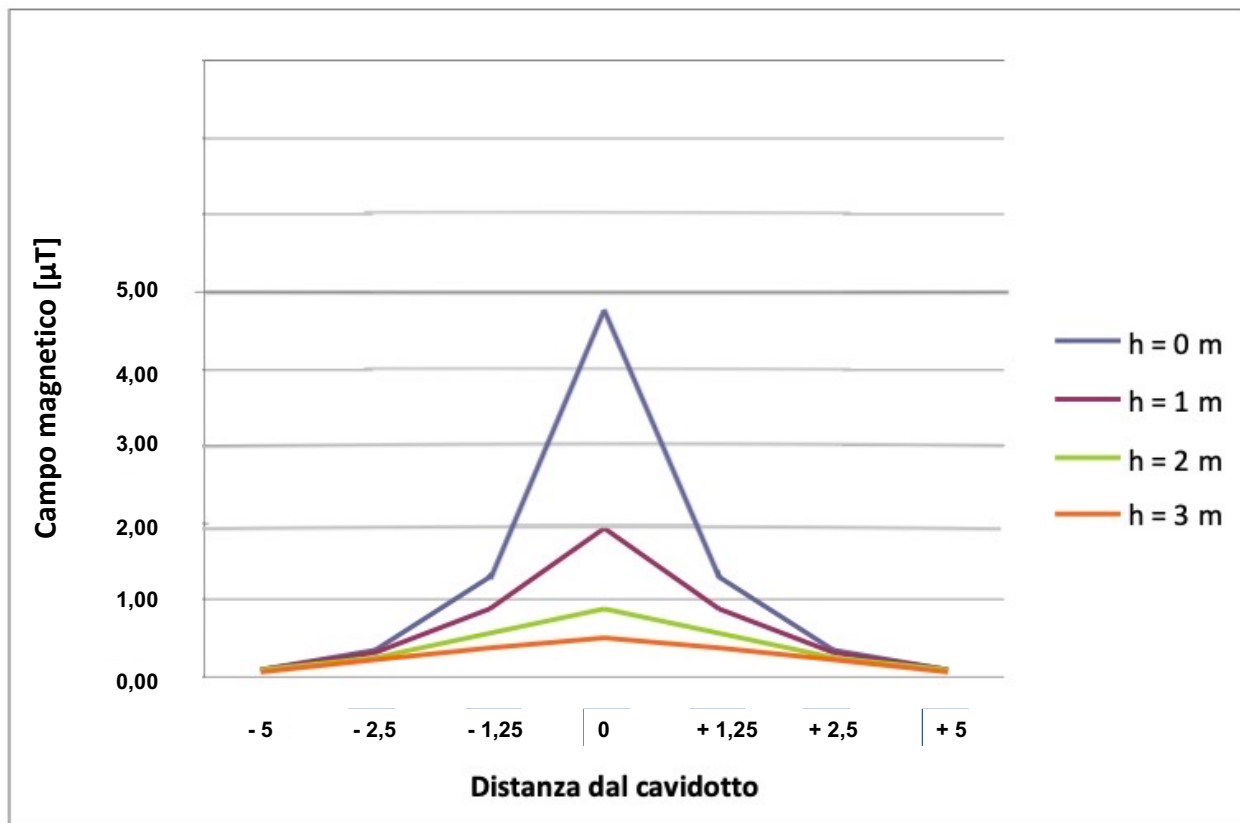


Fig. 6

### 11.1 ANALISI DEI RISULTATI

Come di evince dai risultati dei calcoli si è superato il valore obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$  e al di sotto del valore di attenzione di  $10 \mu\text{T}$ ; si sottolinea, però, che il cavidotto in esame, così come per gli altri appartenenti al medesimo impianto, sarà realizzato su aree agricole recintate e ben lontano da aree di gioco, da ambienti abitativi, scolastici e da luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere.

### 11.2 DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO

Per la determinazione della fascia di rispetto è stato effettuato il calcolo dell'intensità del campo magnetico tra le quote 1 – 2 mt, per individuare la distanza dall'asse del cavidotto, per la quale si raggiunge il valore di  $3 \mu\text{T}$ .

Nella Fig. 7 è rappresentato l'andamento del campo magnetico sulla verticale, tra le distanze di 1 – 1,6 mt.

Si è individuato, quindi, come volume di rispetto relativa alla configurazione presa in esame, il volume cilindrico in asse con il cavidotto ed avente un raggio di 2,5 mt, e come fascia di rispetto la sua proiezione al suolo.

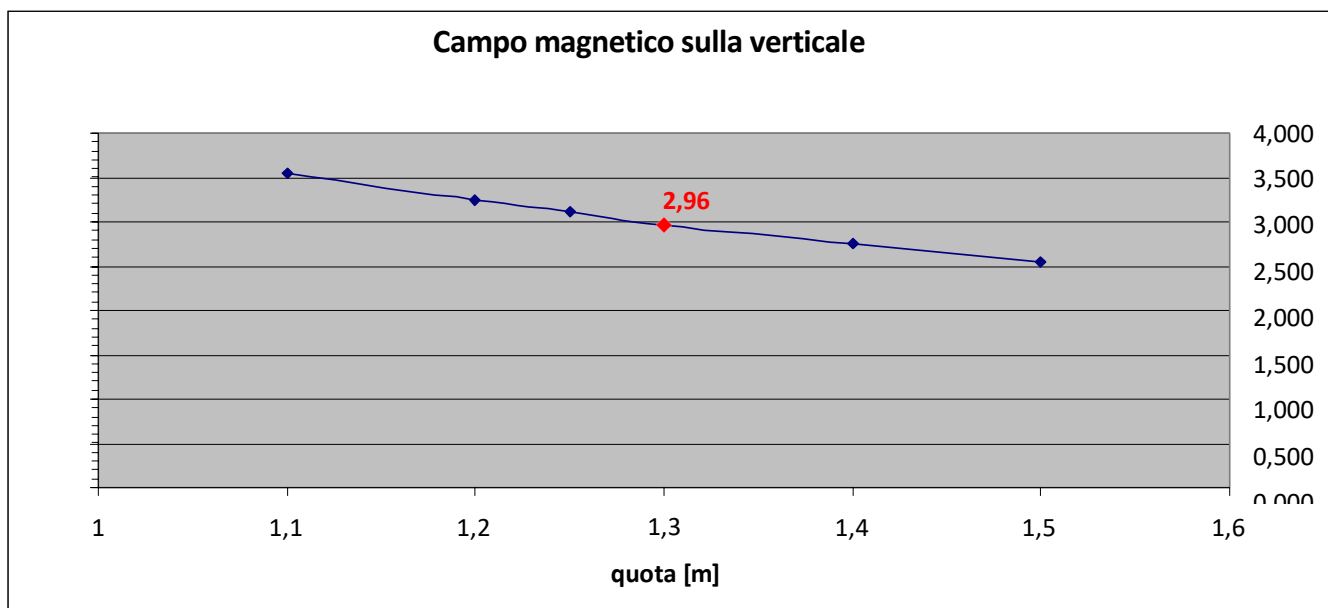


Fig. 7