

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

POTENZA IMPIANTO 24,54 MWp  
COMUNI DI GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU)

## Proponente

### EG ATLANTE SRL

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 12084630966 - PEC: egatlante@pec.it

## Progettazione



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy





## Titolo Elaborato

(R) - Elaborati tecnico-descrittivi  
10 - Relazione campi elettromagnetici

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	IBSE713PDRrti010R0	PD.R.10	A4	/

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2022	PRIMA EMISSIONE	GL	EG	MG



COMUNE DI GONNOSFANADIGA (SU)  
REGIONE SARDEGNA



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	2

### Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	09-2022	Prima emissione	GL	EG	MG

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	3

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3. FONTI DI EMISSIONE</b> .....	<b>8</b>
3.1. ELETTRDOTTO A 36 KV .....	8
3.2. PARCO FOTOVOLTAICO .....	11
3.3. EDIFICIO PRODUTTORE .....	11
<b>4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>13</b>
4.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO .....	13
4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO .....	14
<b>5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRDOTTI INTERRATI A 36 KV</b>	<b>15</b>
5.1. POSA A TRIFOGLIO: ANALISI DEI CASI .....	15
5.1.1. <i>Caso A – n. 1 terna di sezione 500 mm<sup>2</sup></i> .....	18
5.1.2. <b>CASO B – 2 TERNE DI CAVI SEZIONE 630 MM<sup>2</sup></b> .....	20
5.1.3. <b>CASO C – 4 TERNE DI CAVI SEZIONE 630 MM<sup>2</sup></b> .....	22
5.2. RIEPILOGO DPA ELETTRDOTTI .....	25
<b>6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO</b> .....	<b>27</b>
6.1. POWER STATION E POWER CONVERSION SYSTEM.....	27
6.2. CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO MSS .....	28
6.3. EDIFICIO PRODUTTORE .....	28
<b>7. CONCLUSIONI</b> .....	<b>29</b>
<b>8. ALLEGATO 1 - DPA – ELETTRDOTTO A 36 KV</b> .....	<b>30</b>
<b>9. ALLEGATO 2 - DPA – PS E MSS</b> .....	<b>32</b>
<b>10. ALLEGATO 3 - DPA – EDIFICIO PRODUTTORE</b> .....	<b>34</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	4

## 1. PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la Società EG Atlante S.r.l., con sede in Via dei Pellegrini 22 – 20122 Milano (MI) – P-Iva 12084630966, ha avviato l'iter della progettazione definitiva per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico, su un sito ricadente nel territorio del Comune di Gonnosfanadiga (Sud Sardegna), con elettrodotto ricadente nel territorio dei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini (Sud Sardegna) e punto di consegna alla RTN in territorio di Guspini, incaricando la società Hydro Engineering s.s. di redigere il progetto definitivo ai fini autorizzativi.

Il progetto definitivo consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, interamente su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers) su suolo agricolo e delle relative opere di connessione alla Rete a 36 kV, presso la nuova SE Terna RTN, da inserire in entra-esce alla linea 220 kV “Sulcis-Oristano” sita nel Comune di Guspini.

L'impianto fotovoltaico ha potenza di picco pari a 24,54 MWp e sarà composto complessivamente da n.6 aree relative a 6 Power Station di potenza variabile da 3,96 MW a 4,15 MW, collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna a 36 kV.

Presso ciascuna area di impianto verranno realizzate le Power Station e la cabina principale di impianto (MSS – Main Switch Station), dalla quale si dipartono le linee di collegamento a 36 kV interrate verso il punto di consegna, ubicato in un lotto di terreno a pochi km di distanza presso la nuova Stazione Elettrica Terna.

In adiacenza a quest'ultima sarà realizzato un edificio produttore per la messa a terra, la misura e il parallelo delle linee a 36 kV.

Per ulteriori dettagli si rinvia alla Relazione generale del progetto definitivo, codice PD-R.2.

**La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.**

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	5

## 2.    **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nella redazione del progetto si è fatto costante riferimento alla seguente normativa:

### **Studio di Impatto Ambientale**

- Art. 22 del D. Lgs. 152/2006, Norme in materia ambientale, aggiornato dal D. Lgs. 104/2017.

### **Rumore**

- L. 447/95 “Legge Quadro” e successivi decreti attuativi
- DPCM 14/11/1997 sulla "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 1/03/1991 sui “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”.

### **Energie rinnovabili**

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011

### **Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione**

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6/2001 “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”
- Norma CEI 11-17/2006 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	6

– Linee in cavo

- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti i I e II categoria
- CEI 13-4 Sistema di misura dell'energia elettrica – Composizione, precisione e verifica
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi in bassa tensione
- CEI 20-67 Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV
- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI 23-46 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi in tubi interrati
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini
- CEI 82-1 Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI 82-2 Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per celle solari di riferimento
- CEI 82-3 Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
- CEI 82-4 Protezione contro la sovratensione dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia - Guida
- CEI 82-8 Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI 82-9 Sistemi fotovoltaici – Caratteristica dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI 82-15 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI 82-16 Schiere di moduli fotovoltaici in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	7

- CEI 82-17 Sistemi fotovoltaici di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI 82-22 Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI 82-25 Guida per la realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione
- DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

#### **Opere civili**

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. 17.01.2018: Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni.

#### **Sicurezza**

- D.LGS 9 aprile 2008 “Testo unico sulla sicurezza”.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	8

### 3. FONTI DI EMISSIONE

Il parco fotovoltaico durante il funzionamento ordinario genera campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco fotovoltaico:

- ✓ tutte le linee elettriche a servizio del parco:
  - elettrodotto a 36 kV di interconnessione fra le Power Station presenti all'interno del parco fotovoltaico, verso la cabina MSS (Main Switch Station);
  - elettrodotto a 36 kV di vettoriamento dell'energia prodotta dalla cabina MSS verso l'area dove si prevede l'installazione dell'edificio produttore e da qui sino alla nuova Stazione Elettrica "Guspini" (che fa parte dell'iter autorizzativo di altra iniziativa);
  - le cabine elettriche presenti all'interno del parco fotovoltaico (Power Station e MSS);
  - l'edificio produttore.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche; pertanto, non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

#### 3.1. ELETTRODOTTO A 36 KV

I cavi a 36 kV di cui si farà uso saranno del tipo unipolari, con conduttori in alluminio compatto, di sezione variabile e fino a 630 mm<sup>2</sup> con caratteristiche di cui al seguente elenco da leggersi con l'ausilio dell'immagine appresso indicata:

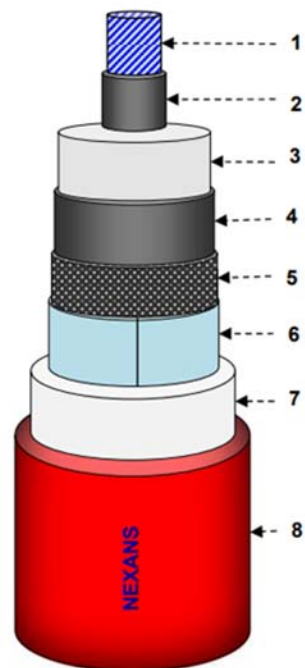
(1) conduttore in alluminio; (2) Protezione estrusa del conduttore; (3) Isolamento XLPE; (4) Schermo dell'isolamento; (5) Protezione impermeabile longitudinale; (6) Schermo metallico e barriera d'acqua radiale; (7) prima guaina PE estruso; (8) Seconda guaina PE.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	9

#### CONSTRUCTION

- 1. Conductor**  
*stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228*
- 2. Conductor screen**  
*extruded semiconducting compound*
- 3. Insulation**  
*extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound*
- 4. Insulation screen**  
*extruded semiconducting compound - fully bonded*
- 5. Longitudinal watertightness**  
*semiconducting water blocking tape*
- 6. Metallic screen and radial water barrier**  
*aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
- 7. First sheath - 1**  
*extruded PE compound - colour: natural*
- 8. Second sheath - 2**  
*extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance*



*Stratigrafia cavo 36kV*

Di seguito le caratteristiche tecniche del cavo.

Tipo	ARE4H5EE o equivalente			
<b>Tensione nominale [kV]:</b>	20,8/36	20,8/36	20,8/36	20,8/36
<b>Formazione e sezione [mm<sup>2</sup>]:</b>	1 x 185	1 x 240	1 x 500	1 x 630
<b>Resistenza a 90 °C [<math>\Omega</math>/km]:</b>	0,211	0,161	0,079	0,063
<b>Reattanza [<math>\Omega</math>/km]:</b>	0,122	0,116	0,104	0,100
<b>Capacità [<math>\mu</math>F/km]:</b>	0,221	0,252	0,337	0,367
<b>Portata per posa interrata a 20°C [A]</b>	320	370	545	620

*Caratteristiche cavi 36 kV*

I cavi verranno interrati ad una profondità pari a 1,10 m per tutte le tratte di collegamento.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di sottocampi collegati a valle di tale linea.

La tabella che segue riporta il dimensionamento dei cavi e la verifica delle sezioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-17. Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla citata normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi.





CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	12

- Quadro servizi ausiliari c.c;
- Quadro servizi ausiliari a.c.;
- Quadro rilevazione incendi;
- Quadro batterie;
- Quadro contatori;
- Quadro sistema supervisione;
- Quadro gruppo elettrogeno.
- Locale Magazzino;
- WC con Fossa imhoff.

Le Opere Civili dell'area possono essere identificate così come segue:

A. Edificio Consegna

B. Opere complementari

- muro di recinzione con altezza minima fuori terra su entrambi i lati di 2,50 m dal piano finito interno/esterno;
- rete di scolo delle acque provenienti dalle superfici impermeabili (edificio ed eventuale viabilità in asfalto),
- Vasca Imhoff e recipiente acqua.
- Vie cavi realizzate con cunicoli e cavidotti interrati.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	13

## 4. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

### 4.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
<b>Limite di esposizione</b>	<b>100 <math>\mu\text{T}</math></b> (da intendersi come valore efficace)
<b>Valore di attenzione</b> (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)	<b>10 <math>\mu\text{T}</math></b> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)
<b>Obiettivo di qualità</b> (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)	<b>3 <math>\mu\text{T}</math></b> (da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	14

## 4.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	15

## 5. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI INTERRATI A 36 KV

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti interrati, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto interrato occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

Il progetto, infatti, prevede l'utilizzo di cavi unipolari del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio per tutte le sezioni di scavo.

La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa.

Cavi con isolamento in EPR				
<b>Tensione (kV)</b>	36	36	36	36
<b>Sezione (mm<sup>2</sup>)</b>	185	240	500	630
<b>Tipo posa</b>	Trifoglio	Trifoglio	Trifoglio	Trifoglio
<b>Profondità posa (m)</b>	1,10	1,10	1,10	1,10

### 5.1. POSA A TRIFOGLIO: ANALISI DEI CASI

Per la valutazione del campo magnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Si fa presente che all'interno dell'impianto fotovoltaico si avranno, in posa singola, i seguenti elettrodotti:

- ✓ Elettrodotto di sezione pari a 185 mm<sup>2</sup>;
- ✓ Elettrodotto di sezione pari a 240 mm<sup>2</sup>;
- ✓ Elettrodotto di sezione pari a 500 mm<sup>2</sup>;

Tra questi si sceglie di effettuare la valutazione sul caso più gravoso. Di seguito viene data contezza delle diverse configurazioni analizzate:

- ✓ CASO A (in ingresso alla MSS): Linea elettrica in cavo interrato costituita da n. 1 terna di cavi a 36 kV posata a trifoglio, sezione pari a 500 mm<sup>2</sup>.
- ✓ CASO B (dalla MSS verso l'edificio produttore): Linea elettrica in cavo interrato costituita

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	16

da 2 terne di cavi a 36 kV posate a trifoglio, n. 2 terne da 630 mm<sup>2</sup>.

- ✓ CASO C (in entrata/uscita dall'edificio produttore): Linea elettrica in cavo interrato costituita da 4 terne di cavi a 36 kV posate a trifoglio, n. 4 terne da 630 mm<sup>2</sup>.

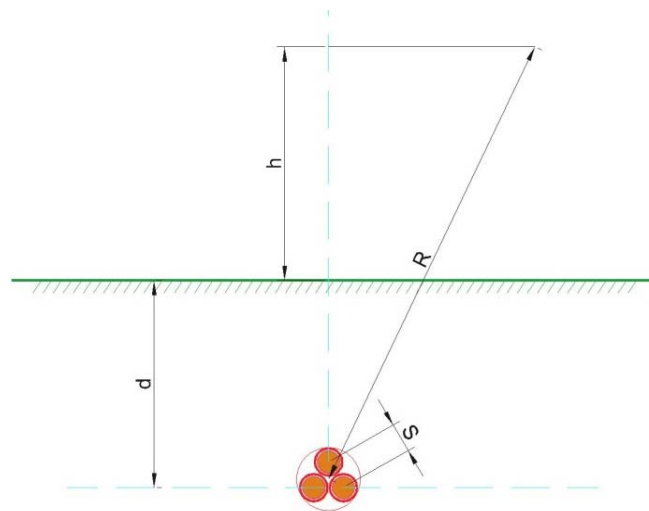
Preliminarmente alla trattazione dei casi, va premesso quanto segue.

Per tener conto della presenza di due o più terne (fino a 5 previste dal caso A e dal caso E) nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tiene conto del campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello costituito, secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap. 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori.

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_t I_t \left[ \frac{y_t - y}{(x - x_t)^2 + (y - y_t)^2} \right] \quad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_t I_t \left[ \frac{x_t - x}{(x - x_t)^2 + (y - y_t)^2} \right]$$

È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello, che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna, della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio.



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove B [ $\mu$ T] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed



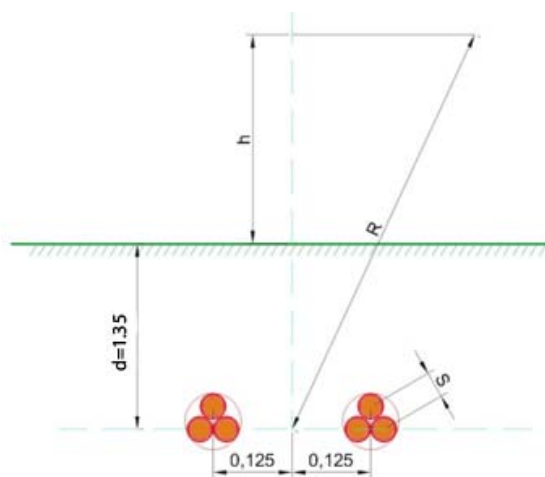
CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	17

equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando **Passe centrale** del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula (indicativa per due terne e che si ripete in modo assolutamente equivalente fino alla quinta terna prevista, come detto, per i casi A ed E):

$$B = 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0,1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I<sub>i</sub> [A] (specificata della terna i-esima).

Per quanto riguarda la corrente I<sub>i</sub>, il DPCM 8/07/2003 all'art.6 indica di fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, così come definita dalla norma CEI 11-60, la quale regola la portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV. Trattandosi nel caso specifico invece di linea interrata a 36 kV, e non potendosi fare riferimento a quanto previsto dal decreto, si è fatto riferimento alla portata in corrente in regime permanente, così come definita dalla norma CEI 11-17.

Quindi, fissando vari valori di h, sono state calcolate le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Si procederà adesso, per ognuno dei casi precedentemente valutati, alla definizione specifica del campo magnetico.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	18

### 5.1.1. Caso A – n. 1 terna di sezione 500 mm<sup>2</sup>

Come anticipato, il caso A è il più gravoso tra i casi di posa in terna singola all'interno dell'impianto e in ingresso alla MSS. Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Condizioni operative	Terna 1	U.M.
Sezione	3x500	mm <sup>2</sup>
Distanza dall'asse y	0	m
Portata cavo nominale	545	A
Portata cavo corretta	436,65	A
Profondità di posa	1,10	m

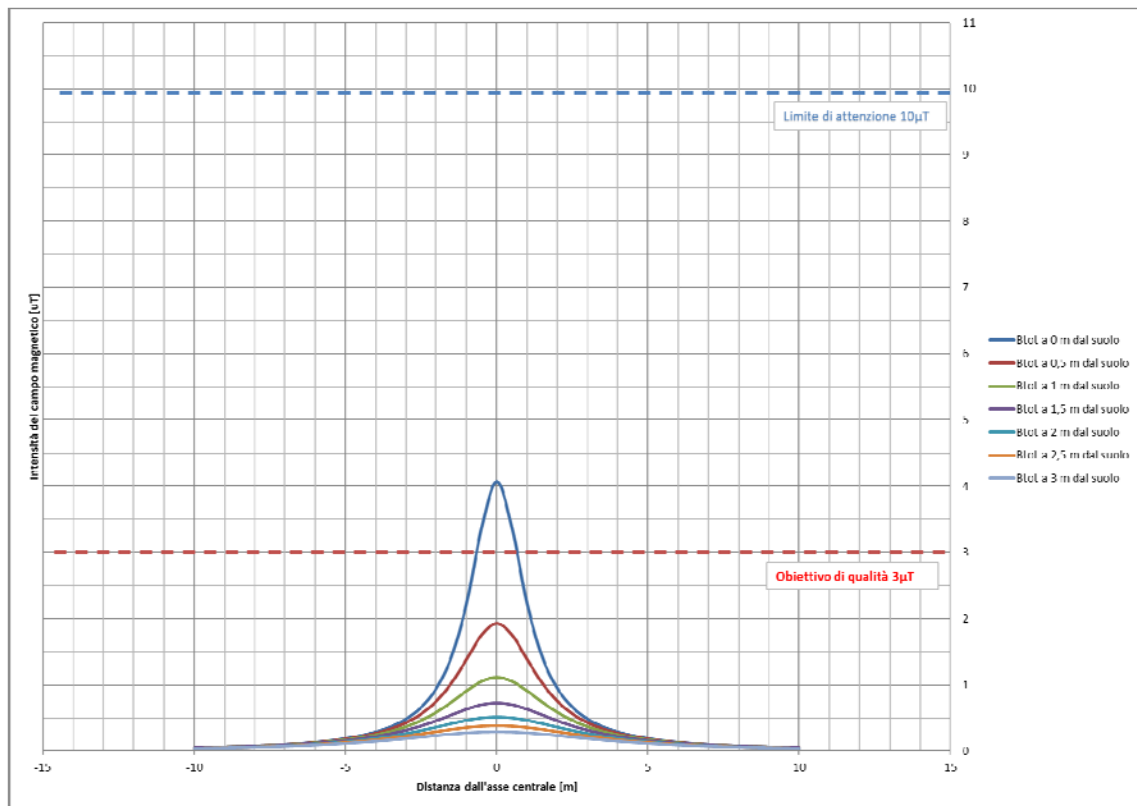
Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo. La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

Distanza dall'asse centrale [m]	B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,047100537	0,046063761	0,044866044	0,043535473	0,042100566
-9,50	0,051951902	0,050693403	0,049246616	0,047648165	0,045934682
-9,00	0,057578352	0,056036544	0,054273999	0,052338943	0,050278776
-8,50	0,064150366	0,062242337	0,060075337	0,057713497	0,055218584
-8,00	0,07188667	0,069499252	0,06680841	0,0639003	0,060855922
-7,50	0,081071003	0,078047406	0,074670013	0,07105573	0,067311348
-7,00	0,092075774	0,088195249	0,083906621	0,07937003	0,074726745
-6,50	0,10539578	0,100342115	0,094827749	0,089073847	0,083267306
-6,00	0,121696785	0,115008584	0,107822124	0,100444589	0,093121891
-5,50	0,141885951	0,132876711	0,123375993	0,113810856	0,104499938
-5,00	0,167214113	0,154841532	0,14209093	0,129551293	0,117621791
-4,50	0,199422833	0,182072087	0,164694142	0,148080912	0,132697439
-4,00	0,240948901	0,216070609	0,192025266	0,169812399	0,149886226
-3,50	0,295184098	0,258693691	0,224966472	0,195072077	0,169228048
-3,00	0,366723868	0,312041058	0,264254007	0,223942034	0,190537275
-2,50	0,461328994	0,377999006	0,310073586	0,256000368	0,21325963
-2,00	0,584752327	0,457041549	0,361334833	0,289962681	0,236317495
-1,50	0,738403464	0,545812106	0,414651524	0,323324594	0,258015061
-1,00	0,909014246	0,63373287	0,463503023	0,352275578	0,276123923
-0,50	1,055314822	0,701535959	0,498759338	0,372276084	0,288263017
0,00	1,115139926	0,727480336	0,511734347	0,379457336	0,292550094
0,50	1,055314822	0,701535959	0,498759338	0,372276084	0,288263017
1,00	0,909014246	0,63373287	0,463503023	0,352275578	0,276123923
1,50	0,738403464	0,545812106	0,414651524	0,323324594	0,258015061
2,00	0,584752327	0,457041549	0,361334833	0,289962681	0,236317495
2,50	0,461328994	0,377999006	0,310073586	0,256000368	0,21325963

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	19

Distanza dall'asse centrale [m]	B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [ $\mu$ T]
3,00	0,366723868	0,312041058	0,264254007	0,223942034	0,190537275
3,50	0,295184098	0,258693691	0,224966472	0,195072077	0,169228048
4,00	0,240948901	0,216070609	0,192025266	0,169812399	0,149886226
4,50	0,199422833	0,182072087	0,164694142	0,148080912	0,132697439
5,00	0,167214113	0,154841532	0,14209093	0,129551293	0,117621791
5,50	0,141885951	0,132876711	0,123375993	0,113810856	0,104499938
6,00	0,121696785	0,115008584	0,107822124	0,100444589	0,093121891
6,50	0,10539578	0,100342115	0,094827749	0,089073847	0,083267306
7,00	0,092075774	0,088195249	0,083906621	0,07937003	0,074726745
7,50	0,081071003	0,078047406	0,074670013	0,07105573	0,067311348
8,00	0,07188667	0,069499252	0,06680841	0,0639003	0,060855922
8,50	0,064150366	0,062242337	0,060075337	0,057713497	0,055218584
9,00	0,057578352	0,056036544	0,054273999	0,052338943	0,050278776
9,50	0,051951902	0,050693403	0,049246616	0,047648165	0,045934682
10,00	0,047100537	0,046063761	0,044866044	0,043535473	0,042100566

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	20

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a  $3 \mu\text{T}$ , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a  $1,12 \mu\text{T}$ , inferiore all'obiettivo di qualità.

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, non sarà necessario apporre alcuna fascia di rispetto.**

### 5.1.2. Caso B – 2 terne di cavi sezione $630 \text{ mm}^2$

Come anticipato, il caso B si verifica in uscita dalla MSS e verso l'edificio produttore. Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Condizioni operative	Terna 1	Terna 2	U.M.
Sezione	3x630	3x630	$\text{mm}^2$
Distanza dall'asse y	-0,125	0,125	m
Portata cavo nominale	620	620	A
Portata cavo corretta	519,61	519,61	A
Profondità di posa	1,10	1,10	m

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo. La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

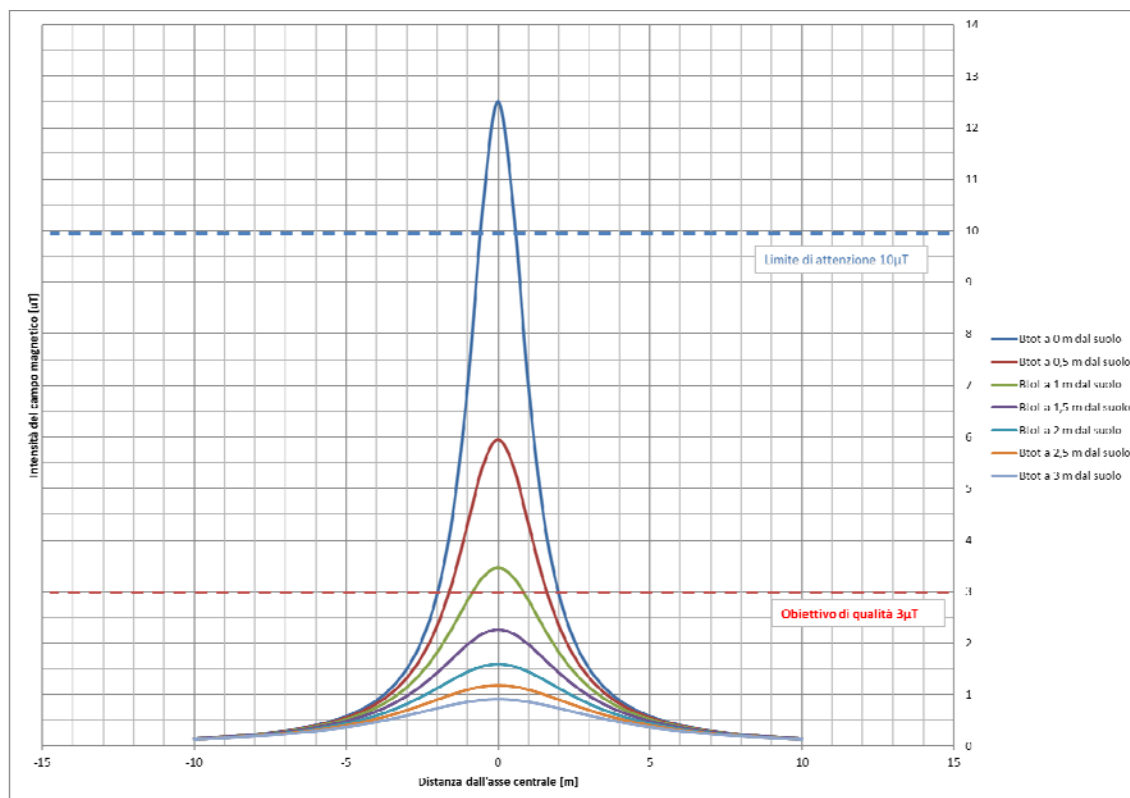
Distanza dall'asse centrale [m]	$B_{\text{tot}}$ a 1 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ]	$B_{\text{tot}}$ a 1,5 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ]	$B_{\text{tot}}$ a 2 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ]	$B_{\text{tot}}$ a 2,5 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ]	$B_{\text{tot}}$ a 3 m dal suolo [ $\mu\text{T}$ ]
-10,00	0,1468323	0,1435971	0,13986	0,1357087	0,1312322
-9,50	0,1619626	0,1580351	0,1535203	0,1485327	0,1431867
-9,00	0,1795117	0,1746993	0,1691984	0,1631599	0,1567317
-8,50	0,200012	0,1940554	0,1872913	0,17992	0,1721345
-8,00	0,2241465	0,216692	0,2082913	0,1992139	0,1897128
-7,50	0,2528019	0,2433588	0,2328128	0,2215294	0,2098423
-7,00	0,2871417	0,2750191	0,261625	0,2474601	0,2329655
-6,50	0,3287125	0,3129204	0,2956941	0,2777251	0,2595972
-6,00	0,3795956	0,3586886	0,3362331	0,3131895	0,2903256
-5,50	0,4426278	0,4144542	0,384759	0,3548771	0,3258023
-5,00	0,521721	0,4830122	0,4431475	0,4039666	0,3667121
-4,50	0,6223219	0,5680114	0,5136637	0,4617476	0,4137054
-4,00	0,7520496	0,6741357	0,5989175	0,5294981	0,4672721
-3,50	0,921499	0,8071611	0,7016403	0,6082198	0,5275262
-3,00	1,1449922	0,9735892	0,8240879	0,6981432	0,5938752
-2,50	1,440381	1,1791853	0,9667683	0,7979182	0,6645763

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	21

Distanza dall'asse centrale [m]	B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [ $\mu$ T]
-2,00	1,8251963	1,4251915	1,1261815	0,9035054	0,7362613
-1,50	2,3028216	1,7007978	1,2916844	1,0070894	0,8036533
-1,00	2,8304331	1,9728474	1,4429976	1,0968503	0,8598452
-0,50	3,2798234	2,1818865	1,5519746	1,1587832	0,8974831
0,00	3,4626213	2,2616753	1,5920279	1,1810039	0,9107694
0,50	3,2798234	2,1818865	1,5519746	1,1587832	0,8974831
1,00	2,8304331	1,9728474	1,4429976	1,0968503	0,8598452
1,50	2,3028216	1,7007978	1,2916844	1,0070894	0,8036533
2,00	1,8251963	1,4251915	1,1261815	0,9035054	0,7362613
2,50	1,440381	1,1791853	0,9667683	0,7979182	0,6645763
3,00	1,1449922	0,9735892	0,8240879	0,6981432	0,5938752
3,50	0,921499	0,8071611	0,7016403	0,6082198	0,5275262
4,00	0,7520496	0,6741357	0,5989175	0,5294981	0,4672721
4,50	0,6223219	0,5680114	0,5136637	0,4617476	0,4137054
5,00	0,521721	0,4830122	0,4431475	0,4039666	0,3667121
5,50	0,4426278	0,4144542	0,384759	0,3548771	0,3258023
6,00	0,3795956	0,3586886	0,3362331	0,3131895	0,2903256
6,50	0,3287125	0,3129204	0,2956941	0,2777251	0,2595972
7,00	0,2871417	0,2750191	0,261625	0,2474601	0,2329655
7,50	0,2528019	0,2433588	0,2328128	0,2215294	0,2098423
8,00	0,2241465	0,216692	0,2082913	0,1992139	0,1897128
8,50	0,200012	0,1940554	0,1872913	0,17992	0,1721345
9,00	0,1795117	0,1746993	0,1691984	0,1631599	0,1567317
9,50	0,1619626	0,1580351	0,1535203	0,1485327	0,1431867
10,00	0,1468323	0,1435971	0,13986	0,1357087	0,1312322

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	22



Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu\text{T}$ , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 3,46  $\mu\text{T}$ , superiore seppur di poco all'obiettivo di qualità imposto dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza  $h=1\text{m}$ ) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu\text{T}$ .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,00 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,83  $\mu\text{T}$ .

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 2,00 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,00 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

### 5.1.3. Caso C – 4 terne di cavi sezione 630 mm<sup>2</sup>

Come anticipato, il caso C si verifica in ingresso (dalla MSS)/uscita (verso la SE "Guspini") dell'edificio produttore. Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrt010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	23

Condizioni operative	Terna 1	Terna 2	Terna 3	Terna 4	U.M.
Sezione	3x630	3x630	3x630	3x630	mm <sup>2</sup>
Distanza dall'asse y	-0,375	-0,125	0,125	0,375	m
Portata cavo nominale	620	620	620	620	A
Portata cavo corretta	519,61	519,61	519,61	519,61	A
Profondità di posa	1,10	1,10	1,10	1,10	m

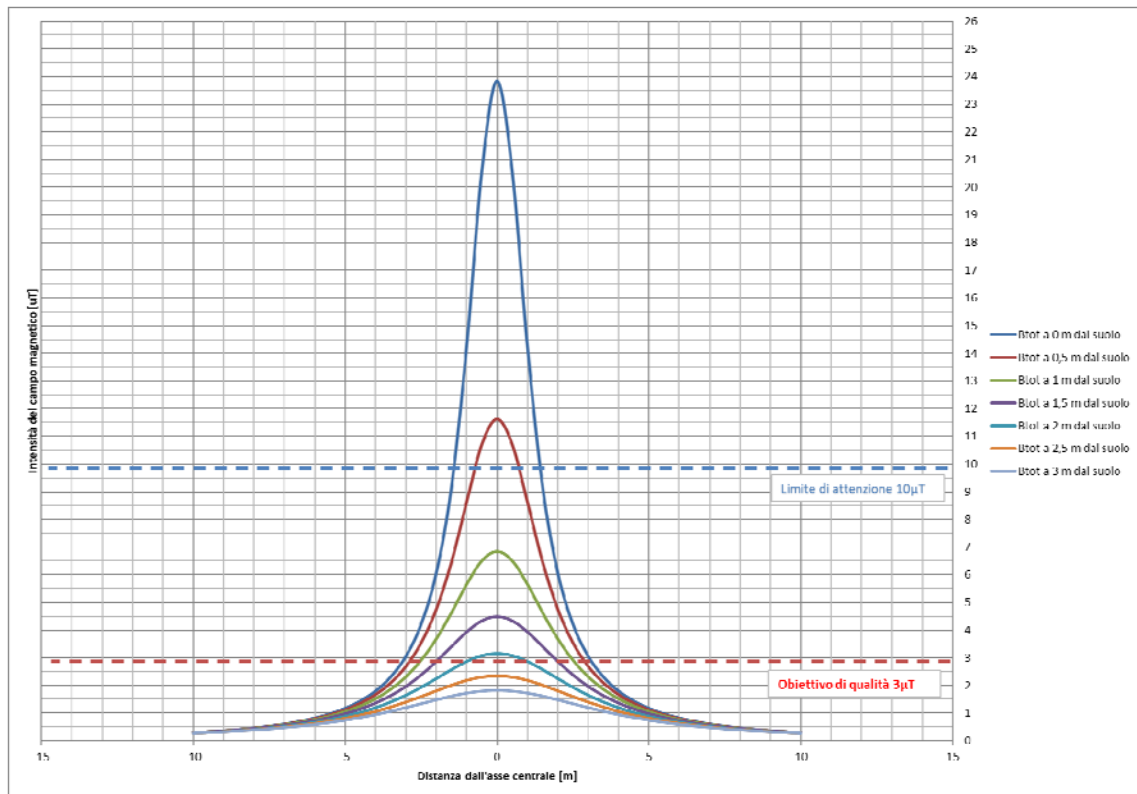
Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo. La tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m.

Distanza dall'asse centrale [m]	B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [μT]	B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,2941631	0,2876567	0,2801431	0,2717994	0,2628052
-9,50	0,3245282	0,3166252	0,3075439	0,2975153	0,2867704
-9,00	0,3597589	0,3500697	0,3389991	0,3268519	0,313927
-8,50	0,4009294	0,3889285	0,3753075	0,3604721	0,344812
-8,00	0,449419	0,4343882	0,4174606	0,3991816	0,3800623
-7,50	0,507019	0,4879615	0,4666952	0,4439607	0,4204319
-7,00	0,5760829	0,5515926	0,5245604	0,4960014	0,466807
-6,50	0,6597414	0,6277997	0,5930009	0,5567475	0,5202176
-6,00	0,762212	0,7198663	0,6744573	0,6279323	0,5818376
-5,50	0,8892473	0,8320932	0,7719775	0,7116028	0,6529633
-5,00	1,0487854	0,9701184	0,8893213	0,810106	0,7349474
-4,50	1,2518791	1,1412863	1,0310092	0,9259914	0,8290598
-4,00	1,51397	1,3549834	1,2022084	1,0617504	0,9362268
-3,50	1,8564478	1,6226801	1,4082371	1,219264	1,056594
-3,00	2,3079453	1,9570333	1,6532944	1,3987912	1,1888642
-2,50	2,9033007	2,3686535	1,9378319	1,5973499	1,3294295
-2,00	3,6742809	2,8581404	2,254044	1,8065768	1,4714767
-1,50	4,6195826	3,4011671	2,5799614	2,0107628	1,6045154
-1,00	5,6425935	3,9301121	2,875399	2,1867127	1,7150278
-0,50	6,4915604	4,330863	3,0864628	2,3075207	1,7888199
0,00	6,8301288	4,4823819	3,1636465	2,3507392	1,8148224
0,50	6,4915604	4,330863	3,0864628	2,3075207	1,7888199
1,00	5,6425935	3,9301121	2,875399	2,1867127	1,7150278
1,50	4,6195826	3,4011671	2,5799614	2,0107628	1,6045154
2,00	3,6742809	2,8581404	2,254044	1,8065768	1,4714767
2,50	2,9033007	2,3686535	1,9378319	1,5973499	1,3294295
3,00	2,3079453	1,9570333	1,6532944	1,3987912	1,1888642
3,50	1,8564478	1,6226801	1,4082371	1,219264	1,056594
4,00	1,51397	1,3549834	1,2022084	1,0617504	0,9362268
4,50	1,2518791	1,1412863	1,0310092	0,9259914	0,8290598
5,00	1,0487854	0,9701184	0,8893213	0,810106	0,7349474
5,50	0,8892473	0,8320932	0,7719775	0,7116028	0,6529633
6,00	0,762212	0,7198663	0,6744573	0,6279323	0,5818376

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	24

Distanza dall'asse centrale [m]	B <sub>tot</sub> a 1 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 1,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 2,5 m dal suolo [ $\mu$ T]	B <sub>tot</sub> a 3 m dal suolo [ $\mu$ T]
6,50	0,6597414	0,6277997	0,5930009	0,5567475	0,5202176
7,00	0,5760829	0,5515926	0,5245604	0,4960014	0,466807
7,50	0,507019	0,4879615	0,4666952	0,4439607	0,4204319
8,00	0,449419	0,4343882	0,4174606	0,3991816	0,3800623
8,50	0,4009294	0,3889285	0,3753075	0,3604721	0,344812
9,00	0,3597589	0,3500697	0,3389991	0,3268519	0,313927
9,50	0,3245282	0,3166252	0,3075439	0,2975153	0,2867704
10,00	0,2941631	0,2876567	0,2801431	0,2717994	0,2628052

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.



Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3  $\mu$ T, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 6,83  $\mu$ T, superiore all'obiettivo di qualità imposto dalla norma. Risulta, quindi, necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	25

risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a  $3 \mu\text{T}$ .

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 2,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a  $2,90 \mu\text{T}$ .

**Pertanto, relativamente all'elettrodotto in argomento, viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 5,00 m, centrata sull'asse del cavo (DPA pari a 2,50 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

## 5.2. RIEPILOGO DPA ELETTRODOTTI

La tabella che segue mostra un riepilogo delle DPA dagli elettrodotti interrati a 36 kV, calcolate come meglio specificato nei paragrafi precedenti.

Tipologia posa cavi	Tensione [kV]	Sezione cavi [mm <sup>2</sup> ]	N. terne in parallelo	DPA [m]	Fascia [m]
cavo interrato posa a trifoglio	36	3x500	Caso A n. 1 terna	0	0
cavo interrato posa a trifoglio	36	3x630, 3x630	Caso B n. 2 terne	1,00	2,00
cavo interrato posa a trifoglio	36	3x630, 3x630, 3x630, 3x630	Caso C n. 4 terne	2,50	5,00

Si ricorda, inoltre, che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema. Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 40-60%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 40-60 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di  $3 \mu\text{T}$  che il limite di attenzione di  $10 \mu\text{T}$  fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali del parco fotovoltaico, ipotizzando il funzionamento a piena potenza. In tal senso, occorre tenere conto delle effettive ore di produzione giornaliere e delle ore serali/notturne in cui l'elettrodotto non risulta trasportare energia, e conseguentemente generare campi elettromagnetici.

Data la natura non programmabile della fonte rinnovabile, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	26

Si rimanda all'Allegato 1 per l'individuazione planimetrica delle DPA relative agli elettrodotti.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	27

## 6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAL PARCO FOTOVOLTAICO

Le principali componenti del parco fotovoltaico che risultano essere fonte di campi elettromagnetici sono le Power Station, PS, al cui interno è presente un trasformatore BT/36 kV e gli inverter. La Main Switch Station, MSS, può essere considerata come un punto di raccolta dell'energia a 36 kV; quindi, per la MSS potrà essere considerata la DPA calcolata per il caso B trattato al capitolo 5.

Le sorgenti operano con correnti e tensioni di esercizio tali che i campi elettromagnetici prodotti risultano estinti nell'arco di pochi metri dalle sorgenti stesse.

Considerato, inoltre, che i siti di installazione di PS e MSS si trovano a decine di metri di distanza da viabilità pubbliche, ne consegue che ai fini della verifica del rispetto dell'obiettivo di qualità su possibili recettori, si possa considerare nullo l'effetto di tali sorgenti.

Per quanto riguarda gli inverter, il progetto prevede l'utilizzo di prodotti conformi alla normativa CEM, ed in particolare alle norme EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, EN 62103, EN 50178, FCC Part15, AS 3100.

Inoltre, la struttura metallica entro la quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

### 6.1. POWER STATION E POWER CONVERSION SYSTEM

Relativamente alle PS sono state individuate le distanze di prima approssimazione secondo quanto indicato dalle linee guida ENEL già citate e, in particolare, all'allegato B10 della guida e alle formule di calcolo contenute nel par. 5.2.1 dell'allegato al DM 29/05/2008.

La DPA è intesa come la distanza da ciascuna delle pareti della cabina secondaria, calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo (x), ossia conduttore più isolante.

La relazione da applicare è la seguente:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.6241} * \sqrt{I}$$

Le Power Station sono dotate di inverter, che consente la trasformazione della corrente continua prodotta dai pannelli in corrente alternata e da trasformatore che eleva la potenza da 0,6 kV a 36 kV. Il progetto prevede la seguente tipologia di inverter: potenza massima pari a 3.547 kVA con un valore massimo di corrente alternata in ingresso al trasformatore pari a 3.200 A alla tensione di 640 V.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	28

La Power Station con configurazione più gravosa dei cavi in uscita è quella con cavi di sezione pari a 500 mm<sup>2</sup>. Il valore del diametro  $x$  risulta pari a 56,3 mm.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 5,13 m.

**Pertanto, viene individuata intorno alle PS una fascia di rispetto pari a 6,00 m, al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.**

Per i dettagli grafici si rinvia all'Allegato 2.

## 6.2. CABINA PRINCIPALE DI IMPIANTO MSS

Relativamente alla cabina principale di impianto, denominata MSS, si fa notare come tale cabina consista in una cabina di smistamento e non di trasformazione.

Pertanto, secondo quanto indicato dalle linee guida dell'ente gestore citate in precedenza, la DPA (distanza di prima approssimazione) è da considerarsi come quella della linea a 36 kV entrante/uscente più gravosa. Nel caso di specie, considerato che dalla MSS si dipartono n. 2 terne di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup>, la DPA da applicare sarà pari a 1,00 m (cfr. par. 5.1.2).

Per i dettagli grafici si rinvia all'Allegato 2.

## 6.3. EDIFICIO PRODUTTORE

Per l'edificio produttore si possono fare le medesime considerazioni di cui al paragrafo precedente relativo alla MSS. **In particolare, la DPA sarà pari a quella valutata per l'elettrodotto in ingresso/uscita nella configurazione di cui al paragrafo 5.1.3, il cui valore è di 2,50 m.**

Per i dettagli grafici si rinvia all'Allegato 3.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	29

## 7. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Di seguito i principali risultati:

- **Elettrodotti**

Sono state individuate differenti casistiche, in funzione del numero di terne parallele posate all'interno della stessa sezione di scavo, della profondità di posa e della tensione di esercizio, e per ciascuna di esse è stata determinata la DPA corrispondente. La DPA è stata individuata per i casi B e C.

- **Cabine interne al parco fotovoltaico**

Sono stati calcolati i campi elettromagnetici legati alla presenza delle Power Station, per le quali è stata determinata la relativa DPA. Per la cabina principale di impianto, MSS, si è fatto riferimento al calcolo del campo elettromagnetico dovuto agli elettrodotti in uscita dalla MSS. Per le PS e le MSS l'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno delle aree interessate dalle opere, senza interferenze con luoghi da tutelare.

- **Edificio produttore**

Per l'edificio si è fatto riferimento al calcolo del campo elettromagnetico dovuto agli elettrodotti in ingresso/uscita allo stesso. La DPA ricade all'interno dell'area di pertinenza.

A conclusione del presente studio, è possibile affermare che per tutte le sorgenti di campi elettromagnetici individuate, le emissioni risultano essere al di sotto dei limiti imposti dalla vigente normativa.


CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	30

## 8. ALLEGATO 1 - DPA – ELETTRODOTTO A 36 KV



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE**

POTENZA IMPIANTO 24.54 MWp  
 COMUNI DI GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU)  
**Proponente**  
 EG ATLANTE SRL  
 VIA DEI PELLICCIANI, 22 - 09122 MILANO (MI) - P. IVA: 1208450096 - PEC: egatlante@pec.it

**Progettazione**  
 Hydro Engineering S.p.A.  
 Via Rocconi, 39  
 10123 Alghero (TP) Italy  
  

**Titolo Elaborato**  
 (R) - Elaborati tecnico descrittivi  
 10 - Relazione campi elettromagnetici  
 Allegato 1 - DPA elettrodotto a 36 kV

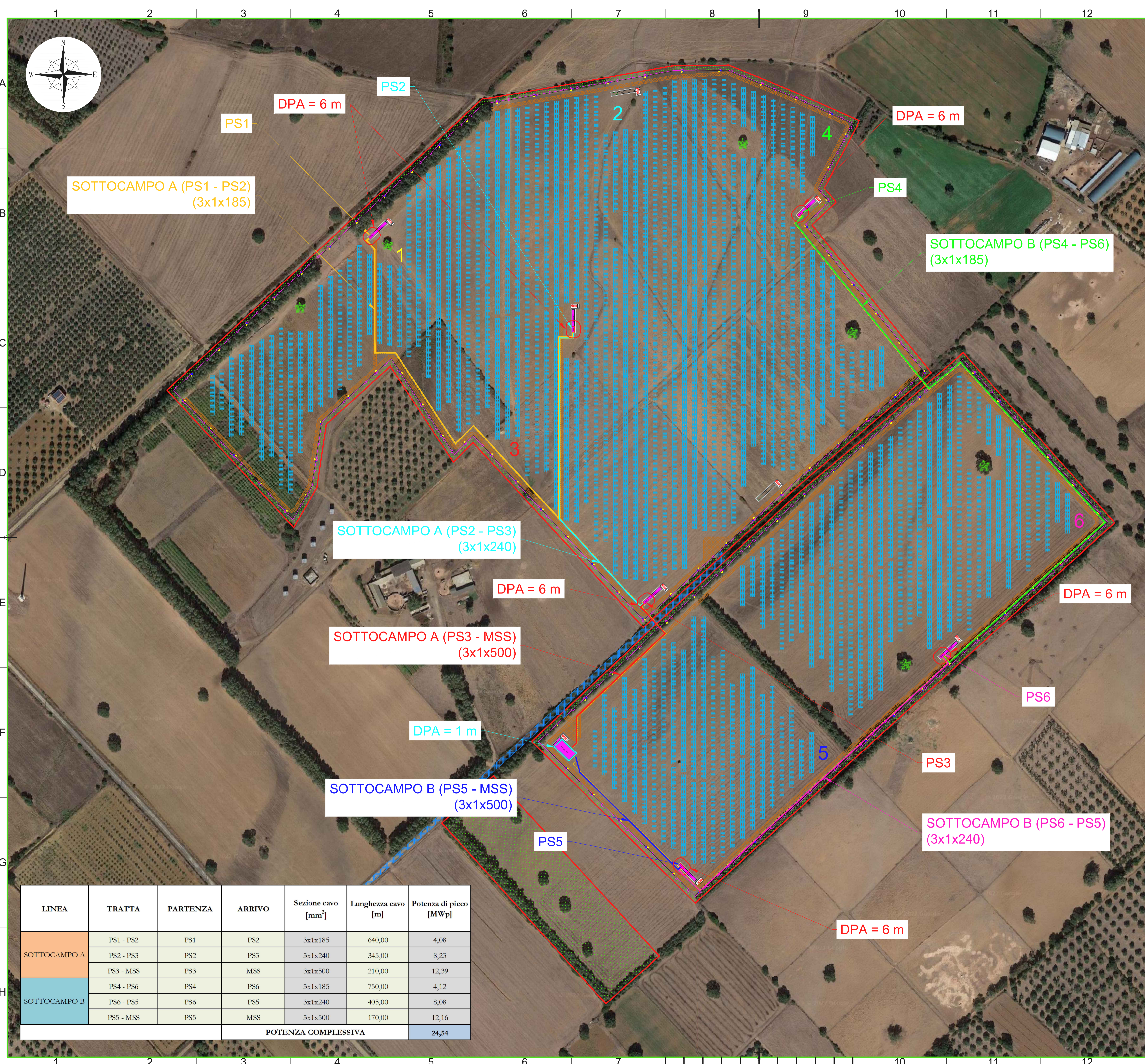
LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	BSE13PDR1019R0	PD.R.10	A0	1:5.000

Revisión	REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2022	PRIMA EMISSIONE		GL	EG	MG

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	32

## 9. ALLEGATO 2 - DPA – PS E MSS





### LEGENDA

- Perimetro Area Impianto FV "EG ATLANTE"
- Vegetazione esistente
- Recinzione Aera Impianto
- Nuova viabilità interna all'area
- Nuova viabilità esterna di accesso all'area
- MSS (Main Switch Station + Sistema di accumulo)
- Power Station (Skid + Sistema di accumulo)
- Cabina ausiliaria
- Strutture ad inseguimento monoassiale da 64 moduli
- Accesso all'Area di impianto
- Sottocampo A (PS1 - PS2)
- Sottocampo A (PS2 - PS3)
- Sottocampo A (PS3 - MSS)
- Sottocampo B (PS4 - PS6)
- Sottocampo B (PS5 - MSS)
- Sottocampo B (PS6 - PS5)



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

POTENZA IMPIANTO 24,54 MWp  
 COMUNI DI GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU)

**Proponente**  
 EG ATLANTE SRL  
 VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 12084630966 - PEC: egatlante@pec.it

**Progettazione**  
 Hydro Engineering s.s. di Damiano e Mariano Galbo via Rossatti, 39 91011 Alcamo (TP) Italy

**Titolo Elaborato**  
 (R) - Elaborati tecnico descrittivi  
 10 - Relazione campi elettromagnetici  
 Allegato 2 - DPA - PS E MSS

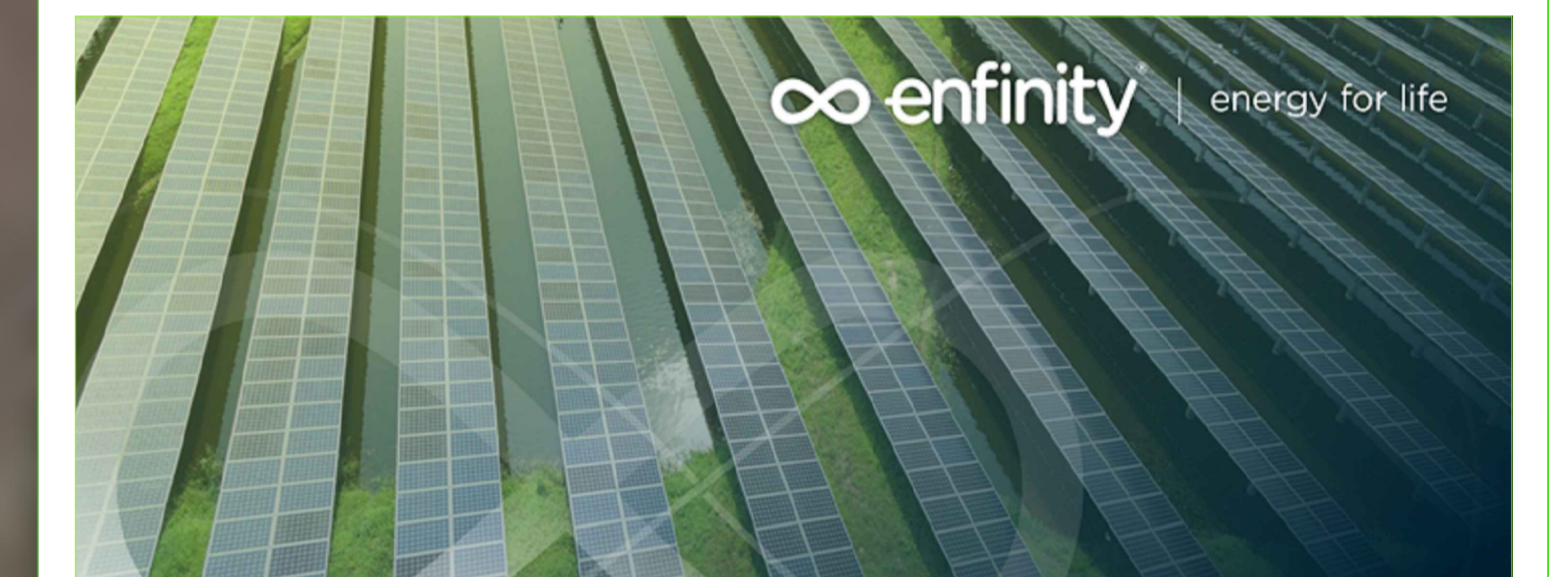
LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	IBSE713PDRi010R0	PD-R.10	A1	1:2.000

REVISIONI	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2022	PRIMA EMISSIONE	GL	EG	MG

LINEA	TRATTA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm <sup>2</sup> ]	Lunghezza cavo [m]	Potenza di picco [MWp]
SOTTOCAMPO A	PS1 - PS2	PS1	PS2	3x1x185	640,00	4,08
	PS2 - PS3	PS2	PS3	3x1x240	345,00	8,23
	PS3 - MSS	PS3	MSS	3x1x500	210,00	12,39
SOTTOCAMPO B	PS4 - PS6	PS4	PS6	3x1x185	750,00	4,12
	PS6 - PS5	PS6	PS5	3x1x240	405,00	8,08
	PS5 - MSS	PS5	MSS	3x1x500	170,00	12,16
<b>POTENZA COMPLESSIVA</b>						<b>24,54</b>

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
R.10 – IBSE713PDRrti010R0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" RELAZIONE SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	34

## 10. ALLEGATO 3 - DPA – EDIFICIO PRODUTTORE



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EG ATLANTE" E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE**

POTENZA IMPIANTO 24,54 MWp  
 COMUNI DI GONNOSFANADIGA E GUSPINI (SU)

**Proponente**  
 EG ATLANTE SRL  
 VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA. 12084630966 - PEC: egatlante@pec.it

**Progettazione**

Hydro Engineering s.s.  
 di Damiano e Mariano Galbo  
 via Rossetti, 39  
 51013 Alcamo (TP) Italy

**Titolo Elaborato**

(R) - Elaborati tecnico descrittivi  
 10 - Relazione campi elettromagnetici  
 Allegato 3 - DPA - Edificio produttore

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	SCALA
PROGETTO DEFINITIVO	IBSE713PDRvs01DR0	PD-R-10	A2x3	1:100

**Revisioni**

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	09/2022	PRIMA EMISSIONE	GL	EG	MG