

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI SALANDRA E DI SAN MAURO FORTE

LOCALITA':

PROGETTO:

INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE"

TITOLO DOCUMENTO:

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPIANTO ELETTROMAGNETICO

REFERENTE PER LO SVILUPPO DEL PROGETTO



ENERGY CONSULTING & SERVICES ITALY s.r.l.

N. REA 2639769 C.C.I.A.A. di Milano
Corso Matteotti, 1 – 20121 Milano (MI)
energyconsultingervicesitaly srl@legalmail.it
CF/P.IVA 12085480965

SOGGETTO RICHIEDENTE



CLEAN ENERGY BASILICATA S.R.L.

N. REA 2587685 C.C.I.A.A. di Milano
Via Santa Sofia, 22 - 20122 Milano (MI)
PEC: cleanenergyragosrl@legalmail.it
CF/P.IVA 11210080963

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



Ing. Carmen Martone
Geol. Raffaele Nardone

Via V. Veltrasto, 15/A, 85100 Potenza
P.Iva. 02094310766




Ing. Domenico Ivan CASTALDO

Inscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino
C.F. CST DNC 73M181H355M
Via Treviso n. 12 CAP 10144 - Torino
Tel. 011/217.0291
PEC: info@pec.studioingcastaldo.it




Codice lavoro	Livello proget.	Cat. Op.	Tipologia	Numero	Rev.	Pag.	di	Nome file	Scala	Progressivo
C261	PD	I.FV_IF	R	01	/00	1	1	A.8_Relazione_impatto_elettromagnetico		
Rev.	Data	Descrizione						Redazione	Controllo	Approvazione
00	Aprile 2024	Emissione						ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project	ing. Domenico Castaldo EGM Project

 <p>Clean Energy Basilicata</p>	<p>INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 1 DI 30</p>
--	---	---

Sommario

<i>Sommario</i>	<i>1</i>
1 <i>PREMESSA</i>	2
2 <i>SITO D'INSTALLAZIONE</i>	3
3 <i>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</i>	4
4 <i>RICHIAMI NORMATIVI</i>	4
5 <i>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i>	7
6 <i>PRINCIPALI COMPONENTI IMPIANTO</i>	8
7 <i>IMPIANTO PER LA CONNESSIONE</i>	12
7.1 <i>Impianto di utente</i>	12
7.2 <i>Impianto di Rete</i>	12
7.3 <i>Servizi ausiliari</i>	13
8 <i>CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI</i>	14
8.1 <i>Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico</i>	14
8.1.1 <i>Moduli fotovoltaici</i>	14
8.1.2 <i>Inverter</i>	14
8.1.3 <i>Linee elettriche in corrente alternata</i>	15
8.1.4 <i>Cabine elettriche di trasformazione</i>	16
8.1.5 <i>Cabina elettrica d'impianto</i>	17
8.1.6 <i>Altri cavi</i>	18
8.2 <i>Campi elettromagnetici delle opere connesse</i>	18
8.2.1 <i>Linee elettriche in corrente alternata in media tensione</i>	18
8.2.2 <i>Stazione elettrica d'utenza</i>	22
8.2.3 <i>Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione</i>	25
8.2.4 <i>Analisi dei risultati ottenuti</i>	29

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWp, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 2 DI 30
---	--	---

9 CONCLUSIONI.....29

1 PREMESSA

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

Questo progetto mira a creare un distretto energetico in Basilicata composto da un gruppo di impianti Agrovoltaici diffusi su lotti agricoli nei comuni di Ferrandina, Salandra e San Mauro Forte, in provincia di Matera. per una potenza complessiva di 160 MWp, un componente di accumulo di batterie da 30 MWh, un'unità di produzione di idrogeno da 10 MWe il tutto coadiuvato dall'integrazione dell'attività agricola già presente in sito.

Oltre agli impianti fotovoltaici, all'attività agricola e uno storage di energia elettrica il progetto prevede un investimento strategicamente programmato in una componente di produzione di idrogeno verde da poter esportare utilizzando linee esistenti per le quali vengono previste scelte strategiche da parte dei maggiori produttori e distributori nazionali.


L'Italia, con circa 0,6 Mton di consumo di idrogeno (praticamente tutto grigio), rappresenta il quinto paese europeo in termini di fabbisogno; dove più del 70% della domanda proviene dal settore della raffinazione, circa il 14% dal settore dell'ammoniaca mentre la restante parte dagli altri settori dell'industria chimica.

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 15 km uscente dalla cabina di impianto alla tensione di 30kV, sarà collegato in antenna su unico stallo della sezione a 150kV della stazione d'utenza; da questa, mediante un cavidotto a 150 kV, sarà connesso alla stazione elettrica della RTN a 380 kV a sua volta collegata in entra-esci sulla linea a 380 kV "Matera- Laino" in Loc. "Canalecchia" del comune di Garaguso (MT).

Il Gestore di Rete competente territorialmente è TERNA S.p.A.

In particolare per l'impianto saranno valutate le emissioni elettromagnetiche dovute alla cabine elettriche, ai cavidotti ed alla stazione utente per la trasformazione. Si individueranno, in base al DM del MATTM del 29.05.2008, le DPA per le opere sopra dette.

Nel presente studio è stata presa in considerazione le condizioni maggiormente significative al fine di valutare la rispondenza ai requisiti di legge dei nuovi elettrodotti. Verrà riportata

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWp, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 3 DI 30
---	--	---

l'intensità del campo elettromagnetico sulla verticale dei cavidotti e nelle immediate vicinanze, fino ad una distanza massima di 15 m dall'asse del cavidotto; la rilevazione del campo magnetico è stata fatta alle quote di 0m, +1,5m, +2m, +2,5m e +3m dal livello del suolo. Si fa presente che la quota di +1,5m dal livello del suolo è la quota nominale cui si fa riferimento nelle misure di campo elettromagnetico.

2 SITO D'INSTALLAZIONE


La zona dove verranno realizzati gli impianti si colloca in provincia di Matera, nei comuni di Ferrandina, Salandra e San Mauro Forte.

Le destinazioni urbanistiche dei terreni interessati alla realizzazione dell'intervento sono stati desunti dai vigenti strumenti di gestione territoriale dei comuni interessati, e risultano essere classificati come Zona Agricola e pertanto compatibile con l'installazione di impianti fotovoltaici ai sensi del D. Lgs. 387/03.

Le aree delle particelle interessate dal progetto sono libere da vegetazione d'alto fusto, sono di tipo seminativo di classe 2, in grado, quindi, di accogliere il tipo di intervento descritto. Non verranno realizzati volumi tecnici sotto la quota del piano di campagna.

La morfologia dell'area su cui sarà installato l'impianto fotovoltaico è di tipo prevalentemente pianeggiante. La seguente tabella riassume la suddivisione dell'impianto nel suo insieme:

Nome progetto	Comune	Coordinata GPS	POTENZA IN PROGETTO [kW]	PANNELLI
Piano di Lino	San Mauro Forte	40°30'19"N 16°16'36"E	39,36	57888
Terranova famiglia	Salandra	40°30'30"N - 16°18'56"E	14,72	21030
Piano Mele	San Mauro Forte	40°27'26"N - 16°18'39"E	39,62	60958
F.Ili Loiudice	San Mauro Forte	40°27'51"N - 16°18'36"E	32,17	49496
Contrada Lombone	Salandra	40°29'33"N - 16°19'10"E	34,96	53777

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 4 DI 30
---	--	---

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO




- [1] DPCM 8 luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.
- [2] DL 9 aprile 2008 n° 81 “Testo unico sulla sicurezza sul lavoro”
- [3] Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”
- [4] Norma CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- [5] Norma CEI 106-11 “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.”
- [6] DM del MATTM del 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”

4 RICHIAMI NORMATIVI

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l’esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l’emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003. Nel DPCM 8 Luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l’induzione magnetica:

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 5 DI 30
---	--	---

“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 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

“A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];


“Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4].

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto FV trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 19'960 kW).

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 6 DI 30
---	--	---

del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: “Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz”. L’art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003.


Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO	Valore efficace di intensità di CAMPO	DENSITA’ DI POTENZA dell’onda piana equivalente (W/m²)
0.1-	60	0.2	-
<3 – 3000	20	0.05	1
<3000 – 300000	40	0.01	4

Tabella 2 Valori di attenzione di cui all’art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all’interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO	DENSITA’ DI POTENZA dell’onda piana equivalente (W/m²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

L’art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

Tabella 3 Obiettivi di qualità di cui all’art.4 del DPCM 8 luglio2003 all’aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 7 DI 30
---	--	---

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m²)
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300 GHz)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.


5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Le centrali di produzione fotovoltaica verranno realizzate su terreni, attualmente a destinazione agricola, e saranno costituiti mediante moduli fotovoltaici bifacciali in silicio monocristallino, suddivisi in stringhe, ciascuna delle quali formata da moduli fotovoltaici collegati in serie, montati su strutture ad inseguimento monoassiale.

Il progetto verte sulla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile per il supporto alla produzione di Idrogeno Verde.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito complessivamente da lotti funzionalmente autonomi suddivisi come di seguito indicato:

Nome progetto	Comune	coordinate GPS
PIANO DI LINO	San Mauro Forte	40°30'19"N 16°16'36"E
Terranova famiglia	Salandra	40°30'30"N - 16°18'56"E
Piano Mele	San Mauro Forte	40°27'26"N - 16°18'39"E
F.lli Loiudice	San Mauro Forte	40°27'51"N - 16°18'36"E
Contrada Lombone	Salandra	40°29'33"N - 16°19'10"E

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 8 DI 30
---	--	---

La centrale di produzione fotovoltaica verrà realizzata su di un terreno, attualmente a destinazione agricola, e sarà costituito mediante moduli fotovoltaici in silicio cristallino, suddivisi in stringhe, ciascuna delle quali formata da moduli fotovoltaici collegati in serie

I moduli fotovoltaici saranno installati su delle strutture di supporto fisse, ancorate al terreno.

La configurazione individuata che prevede l'installazione di strutture di supporto dei pannelli mono facciali tramite tracker mono-assiali.

L'impianto nel suo complesso sarà suddiviso in sezioni indipendenti; ogni sezione sarà costituita da inverter di campo, cabine di trasformazione BT/MT, dispositivi generali di Media Tensione, dispositivo di interfaccia, protezione di interfaccia, contatori per la misura dell'energia prodotta.

Da ogni sezione partirà una linea in cavo MT che si attesterà presso la Stazione RTN

Tutte le sezioni saranno parallelizzate all'interno della Stazione RTN, in specifico quadro MT così come anche lo stallo primario TR AT/MT dell'impianto di utente.


6 PRINCIPALI COMPONENTI IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato per lotti e prevede i seguenti elementi:

- strutture per il supporto dei moduli; ciascuna struttura costituisce una stringa elettrica;
- moduli in silicio monocristallino della tipologia EVO 6 PRO TRINA SOLAR VERTEX di taglia : 650 W, 680 W e 700 W;
- **n. 48 cabine, di cui 43 di trasformazione e 5 di consegna**, da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto;

Layout:

- **F.lli Loiudice** n. 7 cabine di trasformazione, n. 1 cabina di consegna – totale n. 8 cabine;
- **Lombone** n. 10 cabine di trasformazione, n. 1 cabina di consegna – totale n. 11 cabine;
- **Piano di Lino** n. 10 cabine di trasformazione, n. 1 cabina di consegna – totale n. 11 cabine;

 <p>Clean Energy Basilicata</p>	<p>INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWp, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 9 DI 30</p>
--	---	---

- **Piano Mele** n. 10 cabine di trasformazione, n. 1 cabina di consegna – totale n. 11 cabine;
- **Terranova** n. 6 cabine di trasformazione, n. 1 cabina di consegna – totale n. 7 cabine;
- n. 2 trasformatori da 2500kVA per ogni cabina di trasformazione – totale n. 86 trasformatori;
- n. 557 inverter.
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell’impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in MT;
- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in MT (30kV) di collegamento tra le cabine di campo e la cabina d’impianto e da quest’ultima fino alla stazione di utenza;
- stazione di utenza ubicata in prossimità della costruenda stazione denominata “Garaguso” comprendente punto di consegna, gruppo di misura etc sita nel comune di Garaguso in Loc. “Canalecchia”;
- cavidotto in AT (150 kV) di collegamento tra la stazione di utenza e la stazione elettrica RTN di Garaguso;
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell’impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica.

Il dimensionamento di massima è stato realizzato con un modulo fotovoltaico composto da 144 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva di 650 Wp, 680 Wp e 700 Wp. L’impianto sarà costituito da un totale di 243.149 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 160,83 MWp.

Mechanical Data

Number of Cells	132 Cells (6x22)
Dimensions of Module L*W*H	2384 x 1303 x 35mm
Weight	38.2kg
Front Side Glass	High transparency solar glass 2.0mm
Back Side Glass	High transparency solar glass 2.0mm
Frame	Black/Silver, anodized aluminium alloy
Junction Box	IP68 Rated, 3 Diodes
Cable	4.0mm ² , Portrait: 350mm / Landscape: 1400mm
Wind/Snow Load	2400Pa/5400Pa*
Connector	MC Compatible
Bifaciality	80±5%

* Please check the installation manual for more details

Electrical Specification (STC*)

Maximum Power (Pmax/W)	680	685	690	695	700
Maximum Power Voltage (Vmp/V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum Power Current (Imp/A)	16.39	16.45	16.51	16.57	16.63
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.5	49.66	49.82	49.98	50.13
Short Circuit Current (Isc/A)	17.19	17.25	17.31	17.37	17.43
Module Efficiency (%)	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5
Power Output Tolerance (W)				0~+5	

* Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Electrical Specification (BSTC*)

Maximum Power (Pmax / W)	750	756	761	767	772
Maximum Power Voltage (Vmp / V)	41.49	41.65	41.80	41.95	42.10
Maximum Power Current (Imp / A)	18.08	18.16	18.21	18.29	18.34
Open Circuit Voltage (VOC / V)	49.50	49.66	49.82	49.98	50.13
Short Circuit Current (Isc / A)	18.96	19.04	19.09	19.17	19.22

* Front side Irradiance 1000W/m², back side Irradiance 135W/m², Ambient Temperature 25°C, Air Mass 1.5

Module Dimension

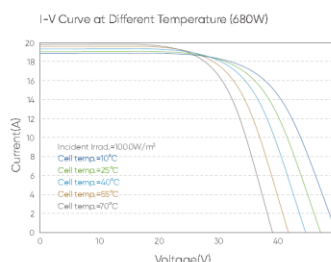
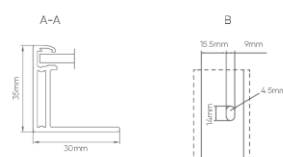
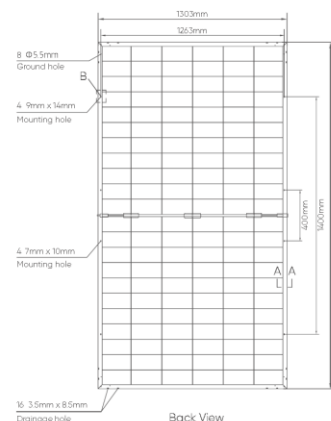


Figura 1 – Dati tecnici Modulo fotovoltaico

La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante n°557 convertitori statici trifase (inverter) della SUNGROW - SG 350 HX, installati direttamente nel campo FV.




Figura 3 – Inverter statico trifase

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno della potenza di 2500kVA ed avranno una tensione al primario di 30kV, mentre al secondario di 400V. Ognuno di essi sarà installato in campo.



Figura 3 – Trasformatore di elevazione BT/MT da 2500kVA; 0,4/30kV

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 12 DI 30
---	--	--

7 IMPIANTO PER LA CONNESSIONE

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto di produzione venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV della Stazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea RTN.

Lo stallo primario TR AT/MT dell'impianto di utente sarà realizzato all'interno della Stazione RTN a 380/150 kV e sarà collegato con una linea in cavo AT a uno stallo AT disponibile dell'impianto di rete.

7.1 Impianto di utente

L'impianto di utente sarà composto da una sezione AT a 150 kV e da locali tecnici funzionali all'impianto per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali.

La sezione 150 kV con isolamento in aria sarà costituita da:

- Stallo utente TR AT/MT
- Linea utente in cavo AT

Lo stallo TR AT/MT sarà equipaggiato come da specifiche Terna.

Lo stallo sopra citato è inoltre equipaggiato anche dalle seguenti singole apparecchiature con isolamento in aria, scaricatori di protezione, TV e TA per protezioni e misure.


Le apparecchiature previste per lo stallo TR AT/MT saranno di altezza massima pari a 5 m.

La linea in cavo AT si attesterà su sostegni porta terminali cavo AT e scaricatori AT lato stallo utente e lato impianto di rete.

7.2 Impianto di Rete

La linea in cavo AT sarà collegata in antenna alla sezione 150 kV dell'impianto di rete tramite lo stallo AT di linea.

Lo "stallo linea" sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure e da un chiosco per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali.


 <p>Clean Energy Basilicata</p>	<p>INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 13 DI 30</p>
--	---	---

Le apparecchiature previste per lo “stallo linea” saranno di altezza massima pari a 5 m mentre l’altezza massima delle altre parti d’impianto (sbarre di smistamento a 150 kV) sarà di 8 m.

7.3 Servizi ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) dell’Impianto di Utente saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche A.T. Terna. Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla sezione MT a 15kV e integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l’alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 14 DI 30
---	--	--

8 CALCOLO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

8.1 Campi elettromagnetici impianto fotovoltaico

8.1.1 Moduli fotovoltaici


I moduli fotovoltaici lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata; per cui la generazione di campi variabili è limitata ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata. Nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono comunque menzionate prove di compatibilità elettromagnetica, poiché assolutamente irrilevanti.

8.1.2 Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione; pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. Inoltre, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

A questo scopo gli inverter prescelti possiedono la certificazione di rispondenza alle normative di compatibilità elettromagnetica (EMC) (CEI EN 50273 (CEI 95-9), CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65), CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10), CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31), CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28), CEI EN 55022 (CEI 110-5), CEI EN 55011 (CEI 110-6)) Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- Disturbi alle trasmissioni di segnale operate dal gestore di rete in superim-posizione alla trasmissione di energia sulle sue linee;
- Variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata

 <p>Clean Energy Basilicata</p>	<p>INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWp, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 15 DI 30</p>
--	---	--

dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico.

- La componente continua immessa in rete. Il trasformatore elevatore contri-buisce a bloccare tale componente. In ogni modo il dispositivo di interfaccia di ogni inverter interviene in presenza di componenti continue maggiori dello 0,5% della corrente nominale.

Le questioni di compatibilità elettromagnetica concernenti i buchi di tensione (fino ai 3 s in genere) sono in genere dovute al coordinamento delle protezioni effettuato dal gestore di rete locale.

8.1.3 Linee elettriche in corrente alternata

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è tenuto conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a $3 \mu\text{T}$.

La tipologia di cavidotti presenti nell'impianto prevede all'interno del campo fotovoltaico l'utilizzo di soli cavi elicordati, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Come illustrato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di $3\mu\text{T}$, anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50÷80 cm) dall'asse del cavo stesso.

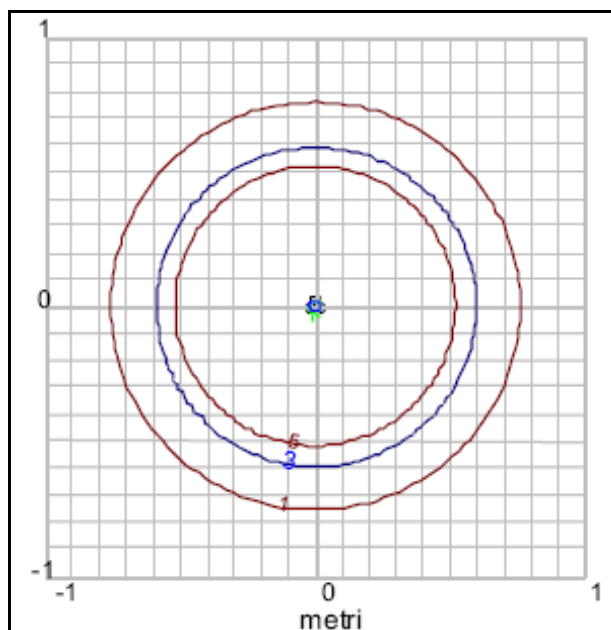


Figura 4: Curve di equilivello per il campo magnetico di una linea MT in cavo elicordato interrata (dalla Norma CEI 106-11)

Si fa notare peraltro che anche il recente decreto del 29.05.2008, sulla determinazione delle fasce di rispetto, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi elicordati, pertanto a tali fini si ritiene valido quanto riportato nella norma richiamata.


Ne consegue che in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi elicordati si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea.

8.1.4 Cabine elettriche di trasformazione

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto sono da considerare le cabine elettriche di trasformazione, all'interno delle quali, la principale sorgente di emissione è il trasformatore BT/MT.

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 2500 kVA collocati nelle cabine di trasformazione.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 17 DI 30
---	--	--

In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA si determina come di seguito descritto.

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242}$$

dove:

- DPA= distanza di prima approssimazione (m)
- I= corrente nominale (A)
- x= diametro dei cavi (m)

Considerando che I=2540 A e che il cavo scelto sul lato BT del trasformatore è 3(6x240)mm², con diametro esterno pari a circa 29,2mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 4 m.


D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

8.1.5 Cabina elettrica d'impianto

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto resta da considerare la cabina elettrica MT d'impianto, alla quale confluiscono i cavidotti MT provenienti dalle cabine di trasformazione, all'interno della quale, la principale sorgente di emissione sono le stesse correnti dei quadri MT, in quanto in questo caso il trasformatore MT/BT è utilizzato solo per l'alimentazione dei servizi ausiliari. La massima corrente BT, considerando un trasformatore da 6400 kVA, è pari a 5807 A. Mentre la massima corrente MT dovuta alla massima produzione è pari a circa 136 A.

Considerando che il cavo scelto in uscita dalla cabina d'impianto è, come detto, (3x1x800), con un diametro esterno massimo pari a 58 mm, si ottiene una DPA, arrotondata per eccesso all'intero superiore, pari a 3 m.

D'altra parte, anche nel caso in questione la cabina normalmente non è presidiata.

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 18 DI 30
---	--	--

8.1.6 Altri cavi

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

8.2 Campi elettromagnetici delle opere connesse

8.2.1 Linee elettriche in corrente alternata in media tensione

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nei cavidotti in esame e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno. Nel seguito verranno pertanto esposti i risultati del solo calcolo del campo magnetico.

Visto l'impianto fotovoltaico, è stata esaminata come unica situazione significativa ai fini del calcolo dell'intensità del campo di induzione magnetica quella generata dal tratto di posa del cavo che evacua la potenza elettrica generata dall'intero impianto FV, posta in parallelo, alla distanza di circa 25 cm con una analoga terna di cavi MT che trasporta verso la medesima stazione di utenza, l'intera potenza di un impianto FV non lontano da quello in esame, caratterizzato dalle sezioni riportate nelle seguenti figure.

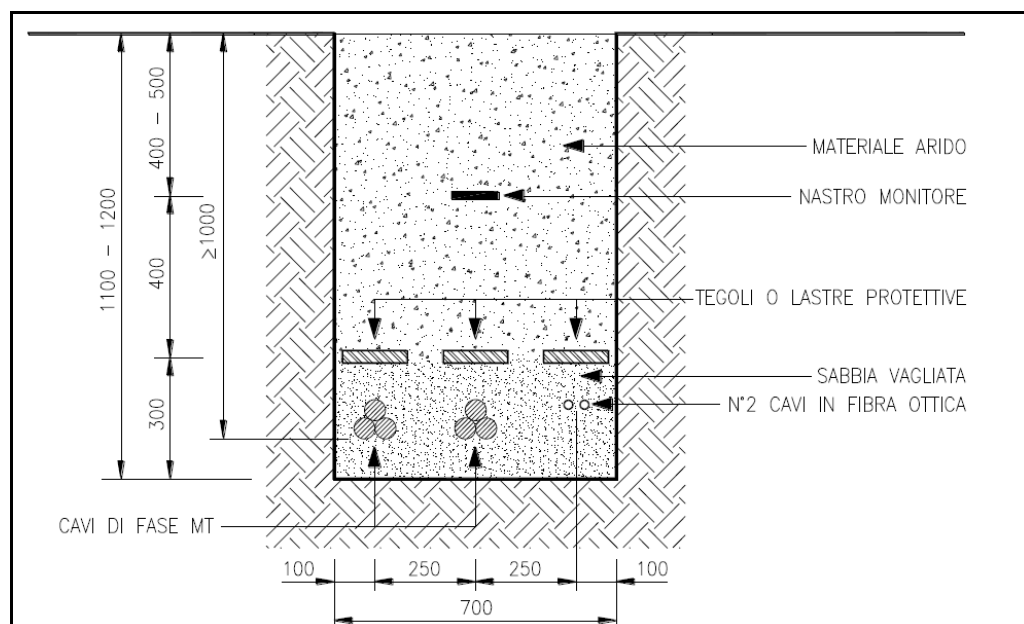


Figura 5: Sezione tipica di posa della linea in cavo

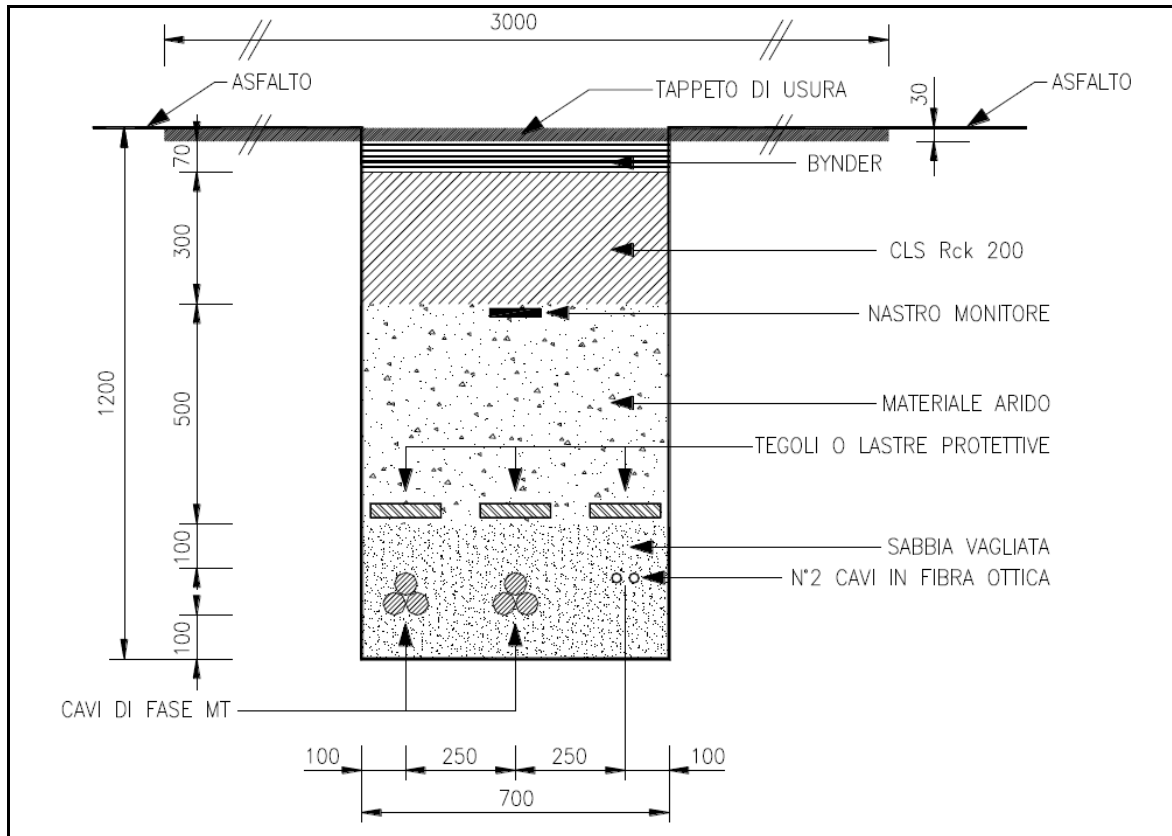


Figura 6: Sezione tipica di posa della linea in cavo su sede stradale

All'interno del cavidotto in esame si trovano due terne di cavi MT isolati a 30 kV che trasferiscono l'intera potenza dei due impianti FV verso la stazione di utenza.

Per quanto concerne i cavidotti MT esterni, per il collegamento della cabina d'impianto al quadro MT della stazione d'utenza, si prevede invece l'utilizzo di cavi unipolari di sezione pari a 800 mm², posati a trifoglio. La corrente massima che può interessare la linea di collegamento MT per l'impianto in oggetto è la seguente:

$$I_{b_{\max}} = S_{\max} / V_n * \sqrt{3} = 7040 / 30 * \sqrt{3} = 135 \text{ A}$$

$$I_{b_{-\max}} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3}V_n \cos \varphi} = \frac{20 \cdot 10^6}{0,95 \cdot \sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3} = 405 \text{ A}$$

Nel calcolo, essendo il valore della induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede, come detto,

una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1 m, con un valore di corrente pari a 710 A, pari alla portata massima della linea elettrica in cavo, secondo la Norma CEI 20-21.

La configurazione dell'elettrodotta è quella di assenza di schermature e distanza minima dei conduttori dal piano viario. Il calcolo è stato effettuato a differenti altezze.

Nella seguente figura 1 è riportato l'andamento dell'induzione magnetica per una sezione trasversale a quella di posa, considerando che lungo il tracciato del cavidotto saranno posate due terne di cavi, relative a due differenti impianti fotovoltaici, nella medesima trincea.

Non è invece rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

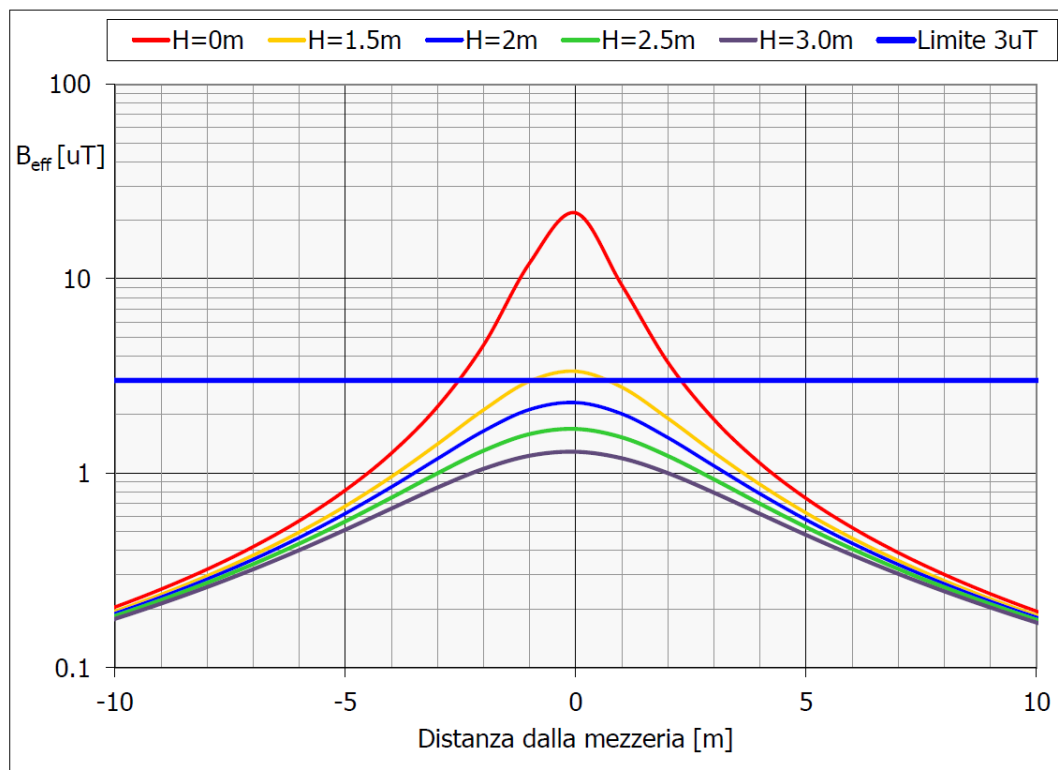


Figura 7: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente del cavo

Si può osservare come nel caso peggiore il valore di 3 μT è raggiunto a circa 2,6 m dall'asse del cavidotto. E' da notare che la condizione di calcolo è ampiamente cautelativa, in quanto la corrente che fluirà nel cavidotto sarà quella prodotta dall'impianto fotovoltaico, che, come detto, è pari a 405 A nelle condizioni di massima erogazione, per entrambe le terne.

Se si tiene conto della effettiva corrente, il grafico sopra riportato si modifica come in figura seguente, dove per ciascuna delle due terne si è considerato un valore di corrente pari alla corrente di impiego, e cioè 405 A. In tal caso il valore di $3 \mu\text{T}$ è raggiunto a circa 1,85 m dall'asse del cavidotto.

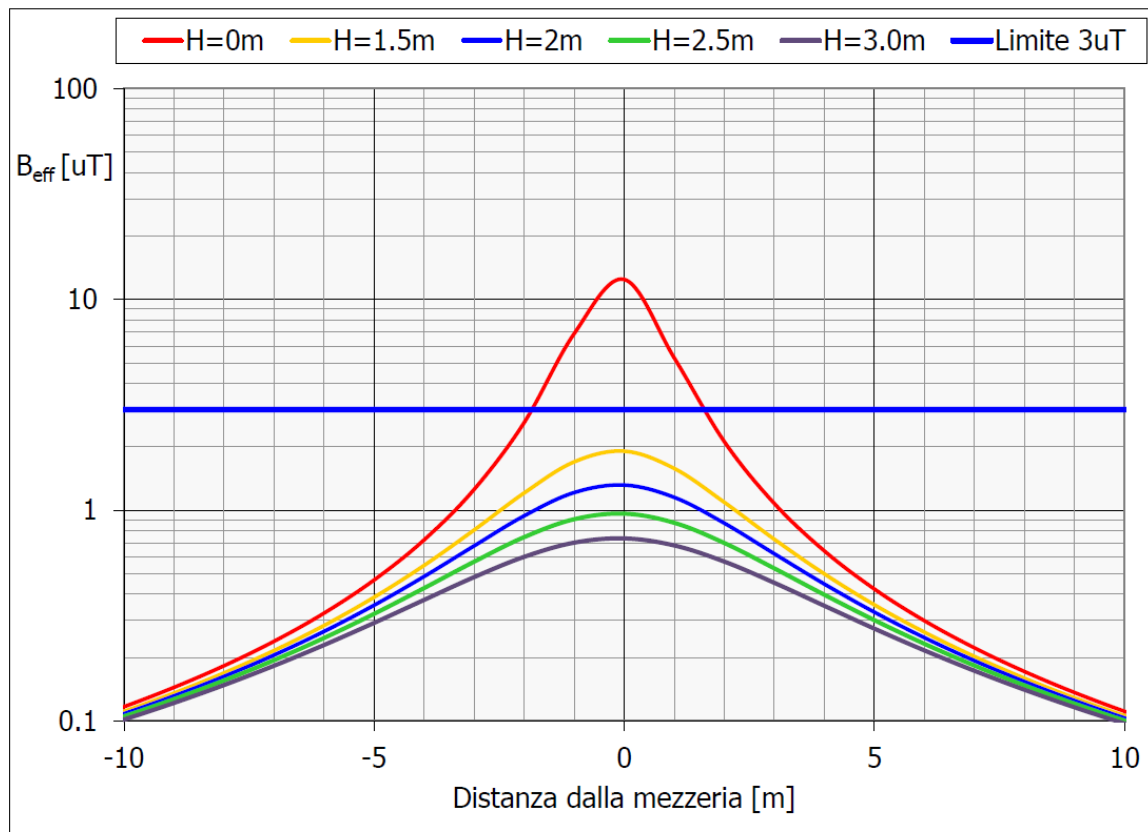


Figura 8: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo per la massima corrente dell'impianto

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a $3 \mu\text{T}$ in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata), pertanto **è esclusa la presenza di tali recettori all'interno della fascia calcolata.**

Per la determinazione dell'ampiezza della fascia di rispetto è stata effettuata la simulazione di calcolo per il caso di due terne di cavi, posati alla distanza di 250 mm alla profondità di 1 m, secondo quanto riportato nel presente documento e con la corrente massima per ciascuno dei cavi utilizzati e cioè pari a 710 A. Il risultato del calcolo è riportato nella figura seguente.

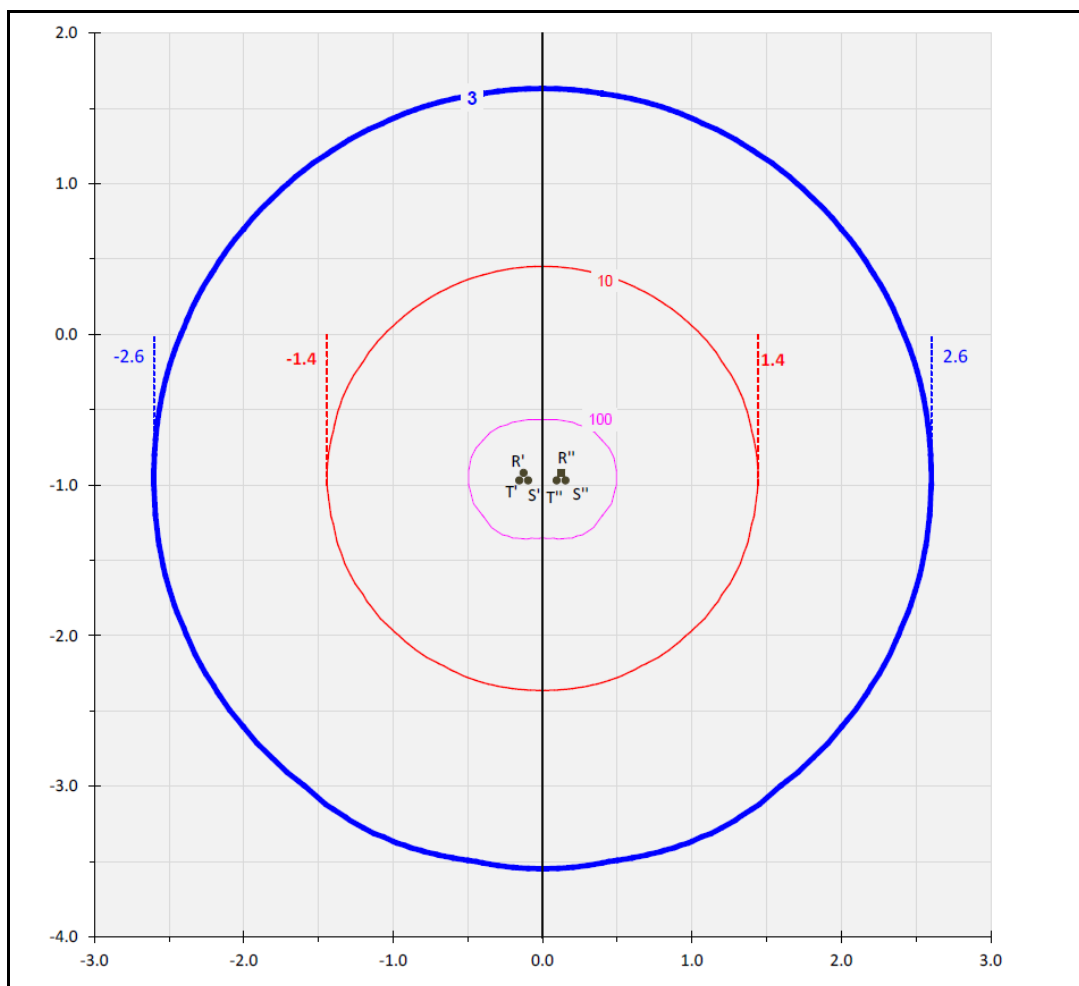


Figura 9: Curve di equilivello per il campo di induzione magnetica generato da una linea MT posata a trifoglio ($I_{max}=710^{\circ}$; formazione (3x1x630))

Si può quindi considerare che l'ampiezza della fascia di rispetto sia pari a 3 m, a cavallo dell'asse del cavidotto.

Infine, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo, non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in oggetto.

8.2.2 Stazione elettrica d'utenza

Le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne e fabbricati).

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

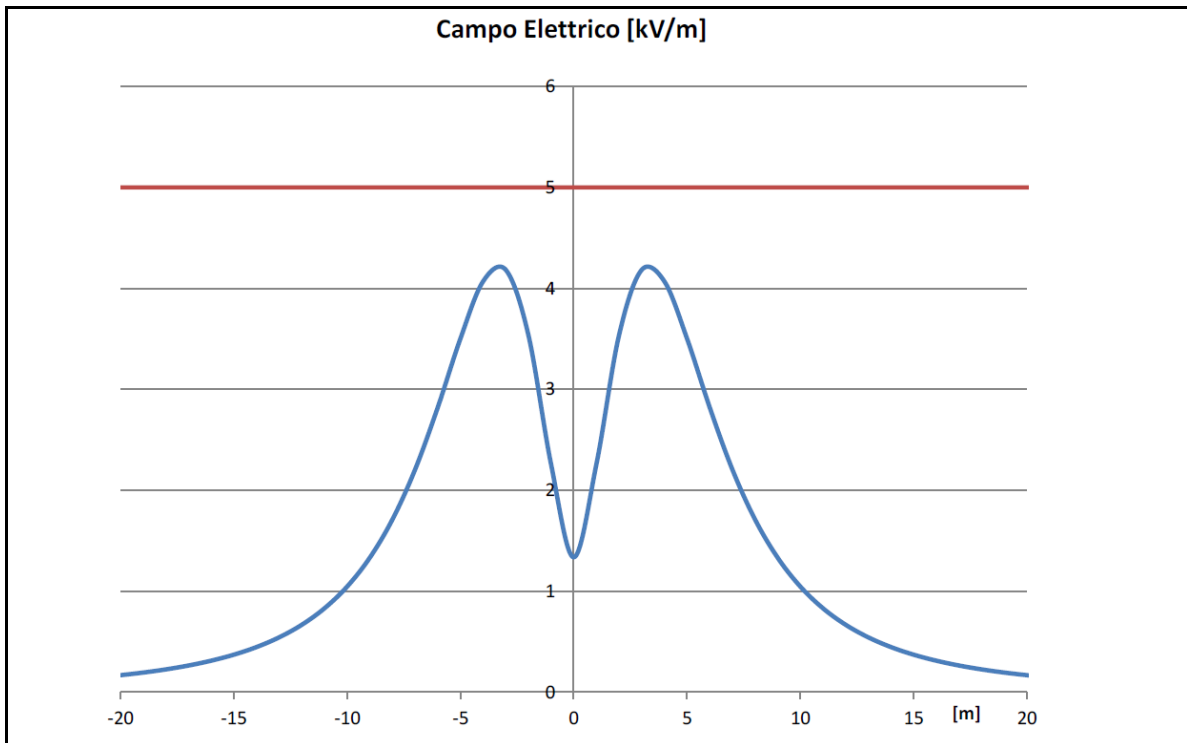


Figura 10: Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3 μ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell'asse della linea.

I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d'utenza.

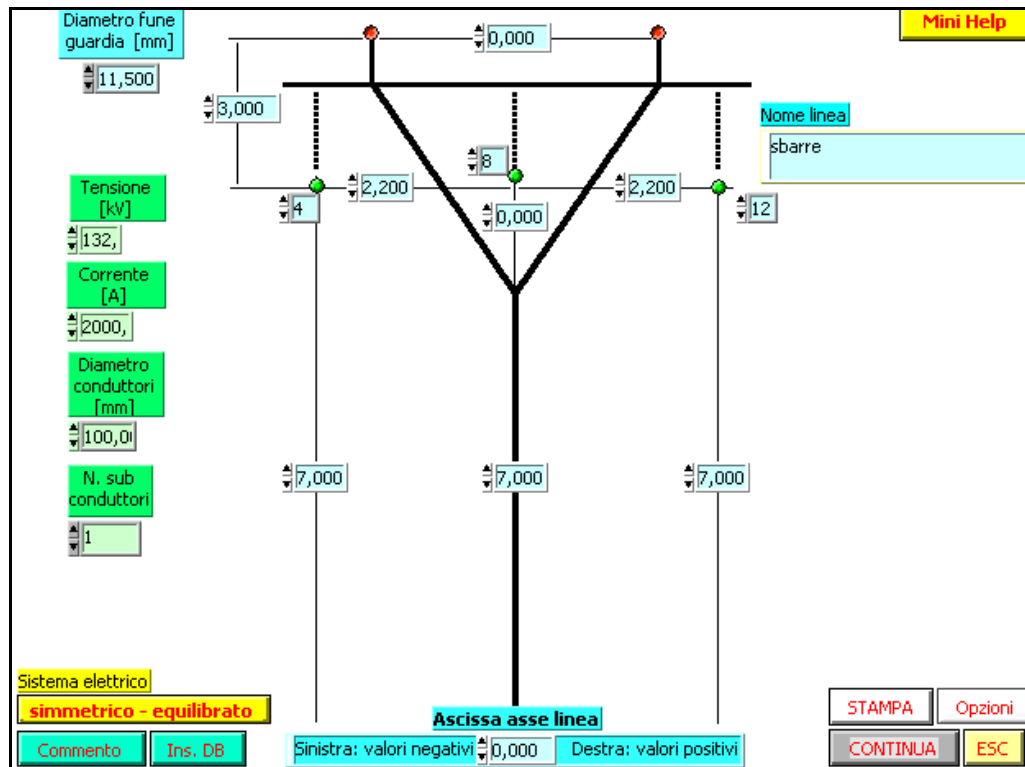


Figura 11: Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 150 kV

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.

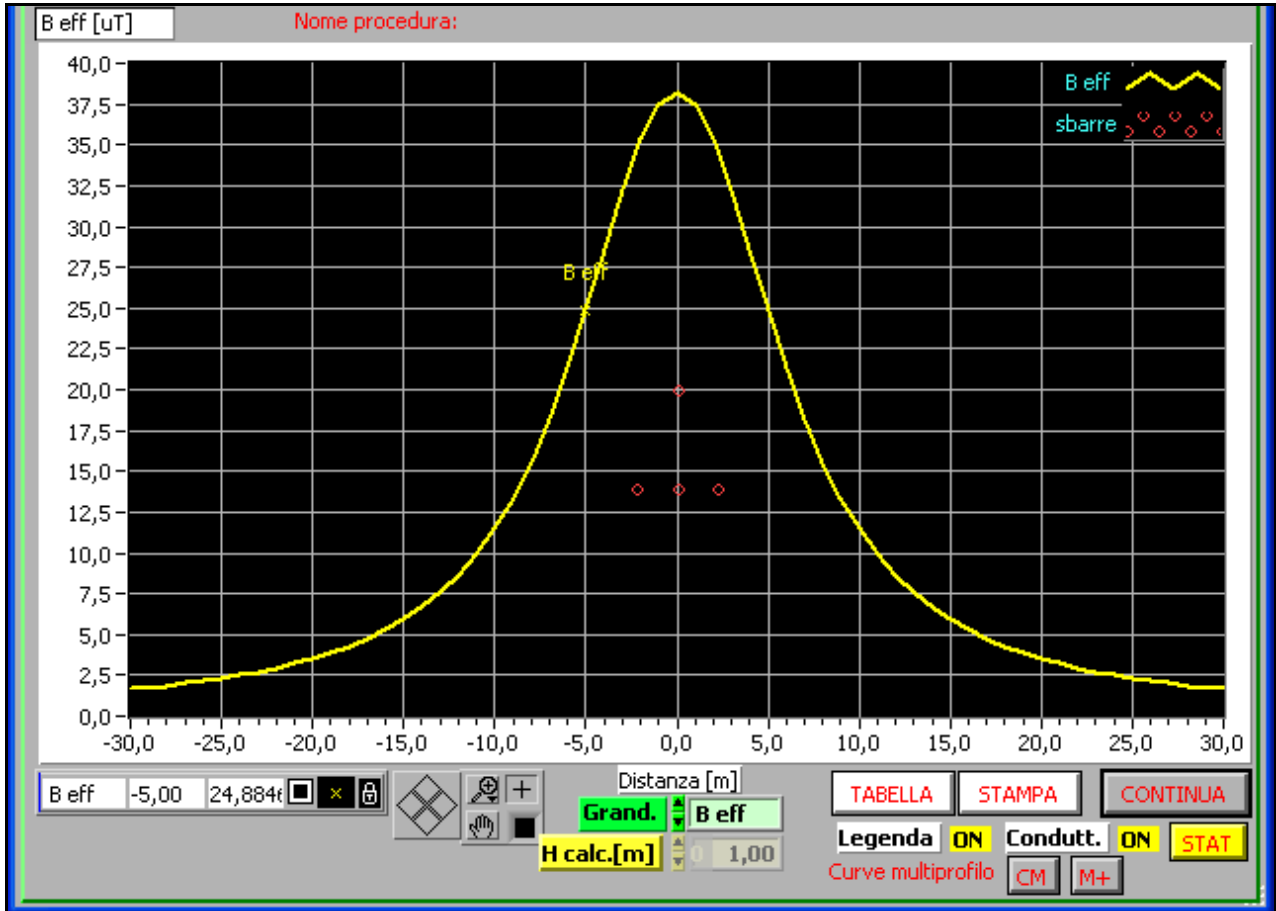



Figura 12: Andamento del campo di induzione magnetica per $I = 2000$ A

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3 μT .

8.2.3 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa $3 \times (1 \times 800)$ mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

 <p>Clean Energy Basilicata</p>	<p>INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 26 DI 30</p>
--	---	--

DATI TECNICI DEL CAVO

Tipo di conduttore	Unipolare in XLPE (polietilene reticolato)
Sezione	800 mm ²
Materiale del conduttore	Corde di alluminio compatta
Schermo semiconduttore interno	A base di polietilene drogato
Materiale isolamento	Polietilene reticolato
Schermo semiconduttore esterno (sull'isolante)	A base di polietilene drogato
Materiale della guaina metallica	Rame corrugato
Materiale della blindatura in guaina anticorrosiva	Polietilene, con grafite refrigerante (opzionale)
Materiale della guaina esterna	Polietilene
Tensione di isolamento	220 kV

Tali dati potranno subire adattamenti, comunque, non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

DATI CONDIZIONI DI POSA E DI INSTALLAZIONE

Posa	Interrata in letto di sabbia a bassa resistività termica
Messa a terra degli schermi	“cross bonding” o “single point-bonding”
Profondità di posa del cavo	Minimo 1,60 m
Formazione	Una terna a Trifoglio
Tipologia di riempimento	Con sabbia a bassa resistività termica o letto di cemento magro h 0,50 m
Profondità del riempimento	Minimo 1,10 m
Copertura con piastre di protezione in C.A. (solo per riempimento con sabbia)	spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimento fino a piano terra	Terra di riporto adeguatamente selezionata
Posa di Nastro Monitor in PVC – profondità	1,00 m circa

Data la brevità del collegamento, non si prevede l'esecuzione di giunti unipolari.

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 530 A, dove la configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, distanza minima dei conduttori dal piano viario e posa a trifoglio dei conduttori.

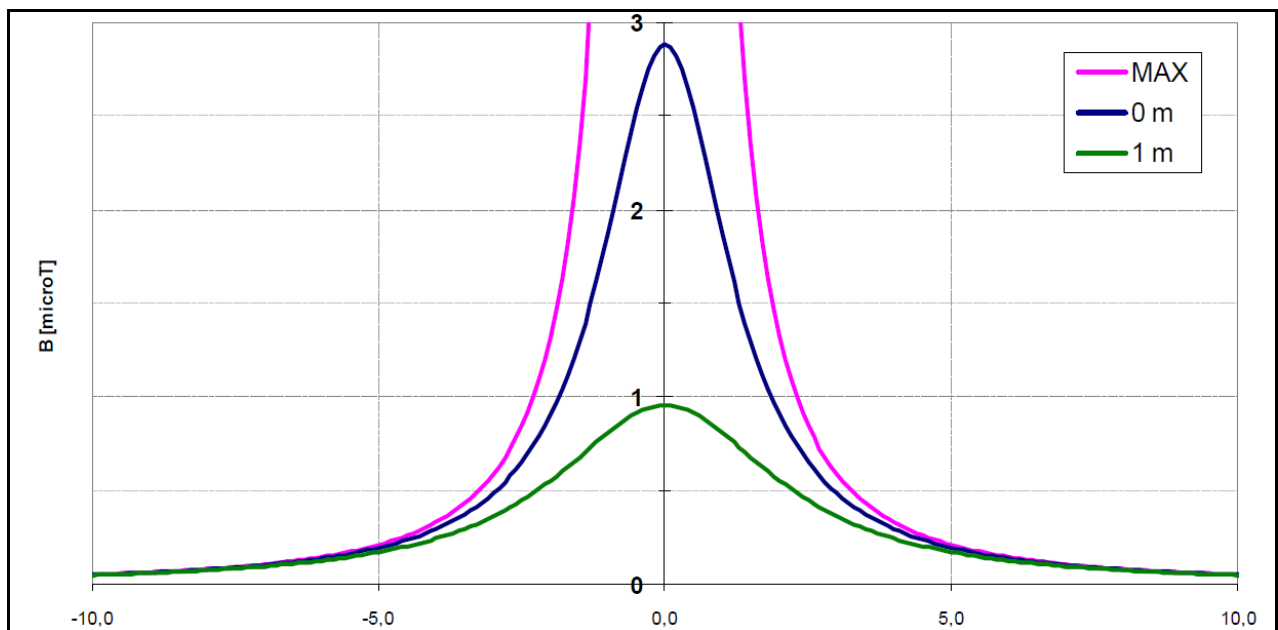


Figura 13: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo

Il limite di 3 μT si raggiunge nel caso peggiore ad una distanza dall'asse linea di circa 1,5 m.

Il tracciato di posa dei cavi è tale per cui intorno ad esso non vi sono ricettori sensibili (zone in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) per distanze molto più elevate di quelle calcolate.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.

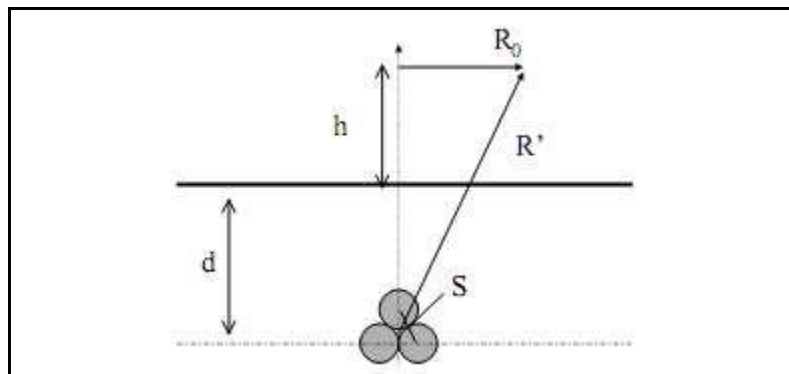
Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$

La formula da applicare è la seguente, in quanto si considera la posa dei conduttori a trifoglio:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]}$$

Con il significato dei simboli di figura seguente:




Pertanto, ponendo:

- $S = 0.11 \text{ m}$
- $I = 530 \text{ A}$

Si ottiene:

- $R' = 2.18 \text{ m}$

Che arrotondato al metro, fornisce un **valore della fascia di rispetto paria a 3 m per arte**, rispetto all'asse del cavidotto. Come anticipato non si ravvisano ricettori all'interno della suddetta fascia.

	<p style="text-align: center;">INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWP, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE</p>	<p style="text-align: center;">DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 29 DI 30</p>
---	---	---

8.2.4 Analisi dei risultati ottenuti

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di 3 μ T, sia in corrispondenza delle cabine di trasformazione che in corrispondenza dei cavidotti MT esterni e del cavidotto AT; d'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette e, in particolare, ha una semi-ampiezza complessiva di circa 3m a cavallo della mezzeria di tutto il cavidotto MT, della lunghezza di circa 15 km.

D'altra parte trattandosi di cavidotti che si sviluppano sulla viabilità stradale esistente o in territori scarsissimamente antropizzati, si può certamente escludere la presenza di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.


La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per una fascia di circa 4 m attorno alle cabine di trasformazione ed alla cabina di impianto, oltre che nelle immediate vicinanze della stazione di utenza AT/MT e del breve cavidotto AT.

Infatti, anche per la stazione d'utenza, ad eccezione che in corrispondenza degli ingressi e delle uscite linea, al di fuori della recinzione della stazione, i valori di campo magnetico sono inferiori ai limiti di legge.

9 CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore

	INTERVENTO PER L'ATTUAZIONE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA, MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO DIFFUSO A TERRA, DI POTENZA PARI A CIRCA 160,00 MWp, CON SISTEMA DI STORAGE E GRUPPO POWER-TO-GAS, PER LA PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE	DATA: FEBBRAIO 2024 PAG. 30 DI 30
---	--	--

a 5kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150 kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT, in tutti i tratti interni realizzati mediante l'uso di cavi elicordati, si può considerare che l'ampiezza della semi-fascia di rispetto sia pari a 1m, a cavallo dell'asse del cavidotto, pertanto uguale alla fascia di asservimento della linea. Per quanto concerne i tratti esterni, realizzati mediante l'uso di cavi unipolari posati a trifoglio, è stata calcolata un'ampiezza della semi-fascia di rispetto pari a 4 m e, sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

Per ciò che riguarda le cabine di trasformazione l'unica sorgente di emissione è rappresentata dal trasformatore BT/MT, quindi in riferimento al DPCM 8 luglio 2003 e al DM del MATTM del 29.05.2008, l'obiettivo di qualità si raggiunge, nel caso peggiore (trasformatore da 2500 kVA), già a circa 4 m (DPA) dalla cabina stessa. Per quanto riguarda la cabina d'impianto, vista la presenza del solo trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari in BT e l'entità delle correnti circolanti nei quadri MT l'obiettivo di qualità si raggiunge a circa 3 m (DPA) dalla cabina stessa. Comunque considerando che nelle cabine di trasformazione e nella cabina d'impianto non è prevista la presenza di persone per più di quattro ore al giorno e che l'intera area dell'impianto fotovoltaico sarà racchiusa all'interno di una recinzione metallica che impedisce l'ingresso di personale non autorizzato, si può escludere pericolo per la salute umana.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.