



COMUNE DI AVETRANA

PROVINCIA DI TARANTO



REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMIC PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

IMPIANTO AVETRANA 1

Ubicazione:

Comune di Avetrana (TA)
Località Strada Provincia n.145

**ELABORATO
030600_R**

RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Cod. Doc.: AVA20_030600_R



Project - Commissioning – Consulting

Municipiul Bucuresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165

Scala: --

PROGETTO

Data:
15/12/2021

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Richiedente:

AVETRANA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide, 8
39100 Bolzano
Provincia di Bolzano
P.IVA 03027960214

Tecnici e Professionisti:

*Ing. Luca Ferracuti Pompa:
Iscritto al n.A344 dell'Albo degli Ingegneri
della Provincia di Fermo*

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	17/03/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	15/12/2020	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:

Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa
(Iscritto al n. A344, dell'Albo dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Fermo)



Il Richiedente:

AVETRANA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)
P.iva: 03027960214

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 2 di 27

SOMMARIO

1. OGGETTO	3
1.2 Potenziale inquinamento Elettromagnetico del Modulo Fotovoltaico.....	4
2. NORMATIVA	7
2.1 Legge Quadro n. 36 “22 Febbraio 2001”	7
2.2 D.P.C.M. “08 Luglio 2003”	8
2.3 D.M. AMBIENTE “29 Maggio 2008”	10
3. SORGENTI A BASSA FREQUENZA E.L.F.	12
4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	18
5. DETERMINAZIONE DELLA D.P.A.	20
5.1 Campi Elettromagnetici relativi al Campo Fotovoltaico (Modulo Fotovoltaico).....	20
5.2 Campi Elettromagnetici relativi agli Inverter.....	20
5.3 Elettrodotti di Media Tensione	21
5.4 Cabine Elettriche bt/MT.....	21
5.5 Stazione di Elevazione di Utente (S.E.U.)	22
5.6 Linea Elettrica AT di Collegamento alla Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A.	24
5.7 Lavori di Ampliamento della Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A. “Ruggianello”	27
6. CONCLUSIONI	27

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 3 di 27

1. OGGETTO

Il Presente documento è redatto quale allegato alla documentazione per l'autorizzazione ai sensi dell'art. 27 Bis del D.Lgs 152/2006 ai fini della costruzione (conforme alle vigenti prescrizioni di legge) di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a **12.045,60 kWp** e potenza massima in immissione pari **41.500,00 kWp** da realizzarsi nel Comune di **Avetrana (TA)** in Località Strada Provinciale n.145.

L'impianto sarà del tipo Grid Connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata completamente in rete, con allaccio a 150kV alla Rete Elettrica Nazionale.

Il Produttore e Soggetto Responsabile, è la Società **Avetrana S.r.l.**, la quale dispone dell'autorizzazione all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto. La denominazione dell'impianto, è "**AVETRANA 1**".

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare l'impatto elettromagnetico generato dagli impianti elettrici funzionali all'impianto di produzione di energia elettrica da conversione fotovoltaica, partendo dai moduli fotovoltaici per giungere fino alle nuove apparecchiature elettromeccaniche installare nella Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A.

Nel caso in cui sia di interesse valutare solo quest'ultima analisi si può consultate direttamente il paragrafo 5.7.

Gli apparati elettrici oggetto del presente studio sono:

- -- Campo Fotovoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- -- Inverter;
- -- le cabine di trasformazione bt/MT;
- -- Gli elettrodotti di media tensione (MT);
- -- la Stazione di Elevazione di Utenza (SEU);
- -- Gli elettrodotti di alta tensione (AT);
- -- Nuovo Stallo AT nella Cabina Primaria E-Distribuzione S.p.A.;

in quanto sorgenti di campo magnetico a bassa frequenza (ELF).

Dal punto di vista fisico le onde elettromagnetiche sono un fenomeno 'unitario', cioè i campi e gli effetti che producono si basano su principi del tutto uguali; la grandezza che li caratterizza è la frequenza.

In base ad essa è di particolare rilevanza, per i diversi effetti biologici che ne derivano e quindi per la tutela della salute, la suddivisione in:

- radiazioni ionizzanti, ossia le onde con frequenza altissima, superiore a 3 milioni di GHz, e dotate di energia sufficiente per ionizzare la materia;
- radiazioni non ionizzanti (NIR), ovvero le onde con frequenza inferiore a 3 milioni di GHz, che non trasportano un quantitativo di energia sufficiente a ionizzare la materia.

All'interno delle radiazioni non ionizzanti si adotta una ulteriore distinzione in base alla frequenza di emissione:

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 4 di 27

- campi elettromagnetici **a bassa frequenza** o **ELF**:
(**0 - 300 Hz**), le cui sorgenti più comuni comprendono ad esempio gli elettrodotti e le cabine di trasformazione, gli elettrodomestici, i computer.
- campi elettromagnetici **ad alta frequenza** o a radiofrequenza **RF**:
(**300 Hz - 300 GHz**), le cui sorgenti principali sono i radar, gli impianti di telecomunicazione, i telefoni cellulari e le loro stazioni radio base.

1.2 Potenziale inquinamento Elettromagnetico del Modulo Fotovoltaico

I pannelli fotovoltaici sono dispositivi costituiti da celle fotovoltaiche. Le celle sono unità elementari di silicio “drogato” che hanno la capacità di convertire l'energia elettromagnetica (per es. la luce del sole) in energia elettrica, sfruttando le caratteristiche chimiche e fisiche del materiale di cui sono composte.

La cella fotovoltaica è un dispositivo costituito da un sottile strato di materiale semiconduttore opportunamente trattato (l'uno drogato di tipo “p” e l'altro di tipo “n”), dove avviene l'assorbimento della radiazione solare e la successiva trasformazione in energia elettrica, tramite il salto degli elettroni dalla banda di valenza a quella di conduzione. Quando un raggio di luce colpisce la cella, si genera una differenza di potenziale in grado di produrre una corrente elettrica. Una cella con una superficie pari a 1 cm, nelle condizioni di buona insolazione (1 kW/m² di irraggiamento solare) ed a temperatura ambientale di 25°C, produce 1,5 Watt di potenza (I = 3 A; V = 0,5 Volt). La produzione di energia elettrica di un pannello FTV è di tipo continuo (0 Hz).

La cella può utilizzare solo una parte dell'energia della radiazione solare incidente (max. teorico 40%). In generale, l'efficienza della conversione per una cella solare è limitata da numerosi fattori, alcuni dei quali di tipo fisico, come quelli dovuti al fenomeno fotoelettrico, altri, di tipo tecnologico, derivanti dal particolare processo adottato per la fabbricazione del dispositivo.

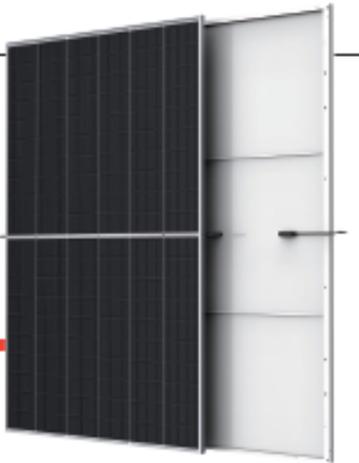
In base alle tecnologie adottate per la costruzione delle celle FTV, risulta che la cella costituita da silicio monocristallino ha un rendimento tipico di circa il 18%, (nel nostro caso, con modulo ad alta efficienza il rendimento arriva al 21%) se il silicio è policristallino il rendimento risulta essere del 12 - 14% con una garanzia di vita di 25 - 30 anni, mentre con l'uso del silicio amorfo il rendimento è di circa il 7% per un tempo di vita di circa 10 anni. Con il passare degli anni, i rendimenti sopra indicati tendono a diminuire in modo significativo.

Nelle Figura 1.1 e 1.2 è visibile un modulo fotovoltaico tipo, si tratta di un Modulo **Trina Solar** modello **TSM-DE20 – 600W**.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTRICITÀ	Pagina 5 di 27

Mono Multi Solutions

Preliminary



THE Vertex
BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

605W
MAXIMUM POWER OUTPUT

21.4%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS
TSM-DE20

POWER RANGE
585-605W

High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment

High power up to 605W

- Up to 21.4% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection

High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load

High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

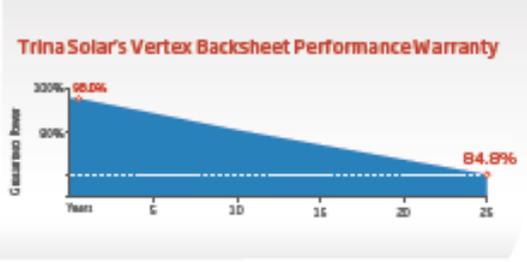
Comprehensive Products and System Certificates

ISO 9001:2015/IEC 61724/IEC 61701/IEC 62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System



Trina solar

Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty



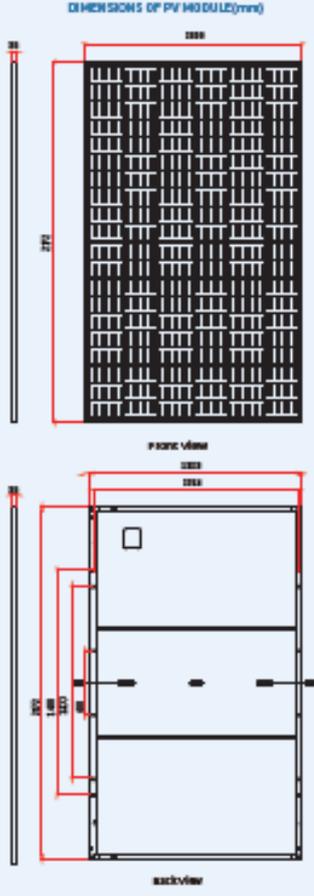
Years	Guaranteed Power (%)
0	98.0%
25	84.8%

Figura 1.2

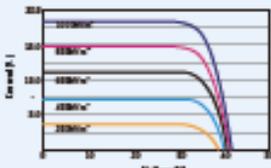
ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTRICITÀ	Pagina 6 di 27


BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

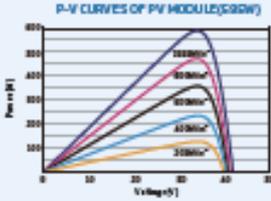
DIMENSIONS OF PV MODULE (mm)



I-V CURVES OF PV MODULE (SGW)



P-V CURVES OF PV MODULE (SGW)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P _{max} (W) ¹	365	390	505	600	603
Power Tolerance-P _{max} (W)	0 ± 3				
Maximum Power Voltage-V _{mp} (V)	22.8	24.0	24.2	24.4	24.5
Maximum Power Current-I _{mp} (A)	17.21	17.25	17.40	17.44	17.49
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	18.27	18.42	18.47	18.52	18.57
Module Efficiency η _m (%)	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4

STC: irradiance 1000W/m²; cell temperature 25°C; air mass 1.5; resulting spectrum 1.5.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P _{max} (W) ¹	443	447	451	454	458
Maximum Power Voltage-V _{mp} (V)	23.5	23.7	23.9	24.0	24.2
Maximum Power Current-I _{mp} (A)	14.05	14.09	14.13	14.18	14.22
Open Circuit Voltage-V _{oc} (V)	28.3	28.7	28.9	29.1	29.3
Short Circuit Current-I _{sc} (A)	14.81	14.85	14.89	14.92	14.95

NOCT: irradiance 800W/m²; ambient temperature 45°C; wind speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2172×1302×25 mm (85.51×51.30×1.26 inches)
Weight	20.5 kg (45.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.12 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	23mm (0.9 inches) Anodized Aluminum Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.005 inches ²), Portrait: 290/160 mm (11.02/6.3 inches) Landscape: 1400/1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVOLV™ T54*

*www.mc4connectors.com

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	42°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.23%/°C
Temperature Coefficient of I _{sc}	0.04%/°C

(NOCT cannot be considered an indicator of maximum panel operating temperature)

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40° to +83°C
Maximum System Voltage	250 V _{DC} (IEC)
Max. Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

- 12 year Product Workmanship Warranty
- 25 year Power Warranty
- 2% first year degradation
- 0.33% Annual Power Attenuation

(performance guarantee based on standard test conditions)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per 40' container: 512 pieces



CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
 © 2020 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
 Version number: TSP1_GN_2020_PA1 www.trinasolar.com

Figura 1.2

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 7 di 27

La generazione dell'energia elettrica delle celle FTV è di tipo continuo (corrente e tensione continua CC - 0 Hz), pertanto, per allacciare l'impianto FTV alla rete nazionale, è necessario trasformare la corrente elettrica continua CC in corrente elettrica alternata AC; per fare questo si usano gli inverter.

Ne segue che a monte degli inverter siamo in presenza di emissioni di campo elettrico e magnetico di tipo continuo-statico, mentre, a valle degli inverter siamo in presenza di un campo elettrico e magnetico di tipo sinusoidale -alternato (frequenza 50 Hz).

L'induzione magnetica (B), misurata vicino ai pannelli FTV (da 0,5 ad 1 m) ed ai cavi che li collegano, è di solito inferiore alla B terrestre che, alle nostre latitudini, è 50 microT.

2. NORMATIVA

La Normativa di riferimento per la valutazione dell'Impatto Elettromagnetico è quella indicata nella Tabella 2.1

Tabella 2.1: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici

Normativa di Riferimento		
Legge n. 36	22 Febbraio 2001	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
D.P.C.M.	08 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 (50Hz) generati dagli elettrodotti
D.M.	29 Maggio 2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
CEI 106-11	11 Feb. 2006	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

2.1 Legge Quadro n. 36 "22 Febbraio 2001"

La legge di riferimento per quanto attiene l'esposizione ai campi elettromagnetici è la **Legge 22 febbraio 2001 n.36** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (G.U. n.55 del 7 marzo 2001), con il campo di applicazione riguardante gli impianti, i sistemi e le apparecchiature per usi civili, militari e delle forze di polizia, che possano comportare l'esposizione dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz. In particolare, la presente legge si applica

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 8 di 27

agli elettrodotti ed agli impianti radioelettrici, compresi gli impianti per telefonia mobile, i radar e gli impianti fissi per radiodiffusione.

Tale legge ha introdotto i concetti di limite di esposizione, di valore di attenzione e di obiettivi di qualità: i primi due rappresentano i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico che rispettivamente non devono essere superati in situazione di esposizione acuta e di esposizione prolungata; l'obiettivo di qualità, invece, è stato introdotto al fine di garantire la progressiva minimizzazione dell'esposizione. La stessa legge ha anche introdotto la terminologia di fascia di rispetto in prossimità di elettrodotti, con questa intendendo un'area in cui non possono essere previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata oltre le quattro ore giornaliere.

Nella terminologia "elettrodotto" viene compreso l'insieme delle linee elettriche e delle cabine di trasformazione.

2.2 D.P.C.M. "08 Luglio 2003"

I primi decreti applicativi della LQ 36/2001 sono stati pubblicati nel 2003; in particolare, il **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 con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" (G.U. n.200 del 29-8-2003) dove si fissano i **limiti di esposizione** (art.3 comma 1), i **valori di attenzione** (art.3 comma 2) e gli **obiettivi di qualità** (art.4) per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (tab.2.2, 2.3, 2.4), escludendo cioè da tale normativa i lavoratori professionalmente esposti.

Tabella 2.2: Limiti di esposizione ai campi elettromagnetici

Limite di esposizione	Valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione
Limite di attenzione	Valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata
Obiettivi di qualità	Limite da rispettare per installazioni future

In funzione dell'intervallo di frequenza nel quale ricadono le emissioni, i limiti stabiliti sono riportati nelle tabelle 2 e 3 seguenti:

Tabella 2.3: Limiti di esposizione alle **basse frequenze**

D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Basse Frequenze (< 100 kHz)		
	Campo elettrico	Induzione magnetica
Limite di esposizione	5000 V/m	100 µT
Valore di attenzione (media 24 h)	-	10 µT
Obiettivi di qualità (media 24 h)	-	3 µT

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 9 di 27

Il D.P.C.M. 08/07/2003 sancisce che 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 microTesla (μT)**, per l'induzione magnetica e **5 kV/m** per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

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 micro Tesla (μT)**, da intendersi come *mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio*.

Tabella 2.4: Limiti di esposizione alle **alte frequenze**

D.P.C.M. 8 Luglio 2003 – Alte Frequenze (100 kHz < f % 300 GHz)					
		Campo elettrico	Campo magnetico	Densità di potenza	
Limite esposizione	di				
		100 kHz < f % 3 MHz	60 V/m	0,2 A/m	-
		3 MHz < f % 3 GHz	20 V/m	0,05 A/m	1 W/m ²
		3 GHz < f % 300 GHz	40 V/m	0,01 A/m	4 W/m ²
Valore di attenzione (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m ²	
Obiettivi di qualità (media 6 minuti)		6 V/m	0,016 A/m	0,1 W/ m ²	

Inoltre 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 microTesla (μT)**, per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

A titolo di esempio, sono riassunte nella *tabella 4* le fasce di rispetto relative a valori di induzione magnetica pari a **3 μT** : In particolare all'art.6 "*Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*" si prescrive che, alla frequenza di rete (50 Hz):

- per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal proprietario/gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV, e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 10 di 27

150 kV. I proprietari/gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.

L'APAT, sentite le ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

Tabella 2.5 - Fasce di rispetto (in metri) relative a valori di induzione magnetica di $3 \mu T$

Tensione	Tipologia di linea	fasce di rispetto $3 \mu T$ (m)	
		conduttore più diffuso	conduttore più cautelativo
132 kV	singola terna	36	42
	doppia terna non ottimizzata	48	56
	doppia terna ottimizzata	34	38
220 kV	singola terna	52	60
	doppia terna non ottimizzata	58	68
	doppia terna ottimizzata	42	46
380 kV	singola terna	94	94
	doppia terna non ottimizzata	138	138
	doppia terna ottimizzata	80	80

2.3 D.M. AMBIENTE “29 Maggio 2008”

La metodologia di cui sopra è stata definita dal D.M. 29/05/2008 (G.U. 5 luglio 2008 n.156, S.O.) “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” che, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08/07/03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate e delle cabine, esistenti e in progetto.

Al fine delle verifiche delle autorità competenti, tale metodologia di calcolo prevede due livelli di approfondimento:

1. Un procedimento semplificato (par. 5.1.3) basato sulla Distanza di prima approssimazione (**D.p.a.**), calcolata dal gestore e utile per la gestione territoriale e per la pianificazione urbanistica;
2. Il calcolo preciso della fascia di rispetto (par. 5.1.2), effettuato dal gestore e necessario per gestire i singoli casi specifici in cui viene rilasciata l'autorizzazione a costruire vicino all'elettrodotto.

La **D.p.a.** e la **Fascia di rispetto** sono così definite:

- **Distanza di prima approssimazione (D.p.a.):** per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 11 di 27

centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto; e per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra;

- **Fascia di rispetto:** spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T). Rispetto al primo punto, è stato stabilito che al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione il proprietario/gestore deve:
 - calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco (la configurazione ottenuta potrebbe non corrispondere ad alcuna campata reale);
 - proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
 - comunicarne l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea: tale distanza (DPA) sarà adottata in modo costante lungo tutto il tronco come prima approssimazione, cautelativa, delle fasce.
 - qualora la linea, per alcune campate, corresse parallela ad altre (condividendo o meno i sostegni), lungo questo tratto dovrà essere calcolata la DPA complessiva.

Ancora ai fini della semplificazione, per il calcolo della D.p.a. è possibile anche applicare quanto previsto dalla norma CEI 106-11-Parte 1, in cui si fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli.

Tale D.M. 29/05/2008 indica che la metodologia si applica a tutti gli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee interrato o aeree, ad esclusione delle seguenti:

- linee esercite a frequenze diverse da 50 Hz (esempio linee ferroviaria a 3 KV);
- linee di classe zero secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (quali linee telefoniche, segnalazione e comando a distanza);
- linee di prima classe secondo il Decreto interministeriale 21/03/88 (ovvero linee con tensione nominale inferiore a 1 KV e linee in cavo per illuminazione pubblica con tensione inferiore a 5 KV);
- linee MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In questi casi le fasce hanno infatti ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dal decreto 449/88 stesso e dal successivo DM 16/01/91.

Al fine di valutare quale sarà l'impatto sulla gestione del territorio del D.M. 29/05/2008, si riportano (Tabella 5 e 6) le indicazioni sull'estensione della D.p.a. per le configurazioni più diffuse delle linee per i vari gestori.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 12 di 27

Si fa presente, inoltre, che per i casi complessi, come presenza di due o più linee (parallele o che si incrociano), presenza di un angolo di deviazione della linea, presenza di campata a forte dislivello e/o orografia complessa del territorio tali D.p.a. non sono più valide ed è necessario ricorrere al calcolo esatto della fascia di rispetto.

Nel caso delle cabine di trasformazione da MT a BT, le D.p.a. per le varie tipologie sono riportate come esempi nel D.M. 29 maggio 2008 e sono tipicamente entro i 3 metri da ciascuna parete esterna della struttura.

3. SORGENTI A BASSA FREQUENZA E.L.F.

Le basse frequenze, o ELF (Extremely Low Frequency), consistono in campi elettrici e magnetici di che si formano in corrispondenza di elettrodotti (a bassa, media ed alta tensione), e di tutti i dispositivi domestici alimentati a corrente elettrica, di intensità decisamente inferiore, quali elettrodomestici, videoterminali, etc.

Gli altri componenti del sistema di trasmissione e distribuzione che sono diffusi sul territorio, cioè le stazioni e le cabine, non sono in pratica delle importanti sorgenti di campo elettrico dal punto di vista dell'esposizione della popolazione.

Il campo elettrico generato dalle linee elettriche aeree in un determinato punto dello spazio circostante dipende principalmente dal livello di tensione e dalla distanza del punto dai conduttori della linea (altri fattori che influenzano l'intensità del campo elettrico sono poi la disposizione geometrica dei conduttori nello spazio e la loro distanza reciproca). Alle basse frequenze le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici rispetto a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri; è per questo che per le ELF il campo elettrico e il campo magnetico possono essere considerati e valutati come entità a sé stanti.

Si distinguono due principali tipologie di sorgenti in base alle diverse caratteristiche del campo emesso: quelle deputate al trasporto e distribuzione dell'energia elettrica e gli apparecchi che utilizzano energia elettrica.

In questo caso si tratta di elettrodotti cioè sorgenti di campo elettromagnetico a frequenza industriale (50 – 60 Hz). Per elettrodotto si intende l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione.

Le cabine di trasformazione rappresentano un problema molto minore dal punto di vista dell'inquinamento elettromagnetico, poiché a pochi metri di distanza i campi elettrici e magnetici sono già trascurabili.

Le linee elettriche portano energia elettrica dai centri di produzione agli utilizzatori (industrie, abitazioni, etc.) mentre le cabine di trasformazione trasformano la corrente prodotta dalle centrali in tensioni più basse per l'utilizzazione nelle applicazioni pratiche.

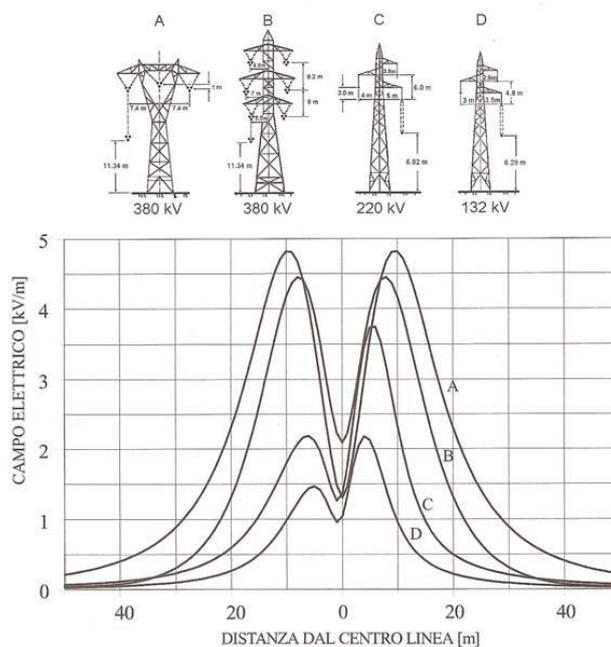
Le tensioni di esercizio delle linee elettriche in Italia si distinguono in 15 kV e 20 kV per la bassa e media tensione, 132, 220 e 380 kV per l'alta tensione.

In alcune aree urbane le linee elettriche sono interrate; tale modalità garantisce una diminuzione dell'intensità di campo elettrico nello spazio circostante ma presenta spesso costi elevati e può essere sviluppata solo per tratte limitate.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 13 di 27

La figura seguente mostra l'andamento del valore efficace del campo elettrico a 1 metro da terra, calcolato nella sezione trasversale delle linee stesse in corrispondenza della minima distanza da terra dei conduttori.

Figura 3.1: Profili laterali campo elettrico linee elettrica alta tensione



Come è possibile notare nella *Figura n.3.1*, il campo elettrico presenta un massimo nella zona sottostante la linea, ma decresce abbastanza rapidamente all'allontanarsi dell'asse dalla linea stessa.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 14 di 27

Tabella 3.2

GESTORE	TENSIONE	CONFIGURAZIONE	TESTA SOSTEGNO	DPA (m)
Terna	380 kV	Doppia terna		77
Terna	380 kV	Singola terna		51
Terna	220 kV	Doppia terna		35
Terna	220 kV	Singola terna		30
Terna	220 kV	Singola terna		28

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTRICI	Pagina 15 di 27

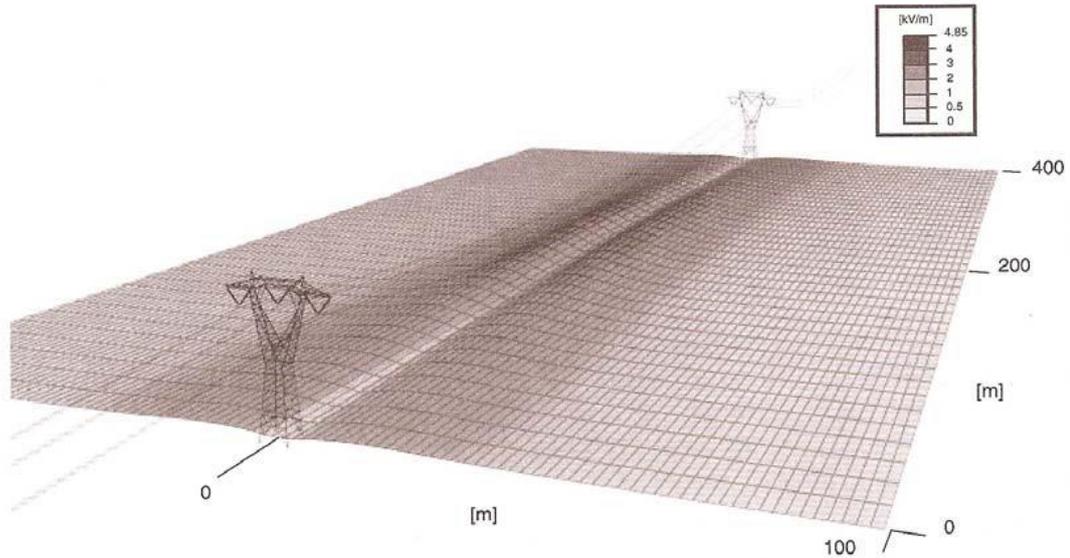
Tabella 3.3

GESTORE	TENSIONE	CONFIGURAZIONE	TESTA SOSTEGNO	DPA (m)
Terna Enel Distribuzione	132 kV	Doppia terna		32
Terna Enel Distribuzione	132 kV	Singola terna		22
R.F.I.	132 kV	Singola terna		16
R.F.I.	132 kV	Singola terna		18
Enel Distribuzione	15 kV	Singola terna		9

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 16 di 27

L'intensità dei campi elettrici e magnetici diminuisce con l'aumentare della distanza dal conduttore, dipende dalla disposizione geometrica e dalla distribuzione delle fasi della corrente dei conduttori stessi e anche dal loro numero.

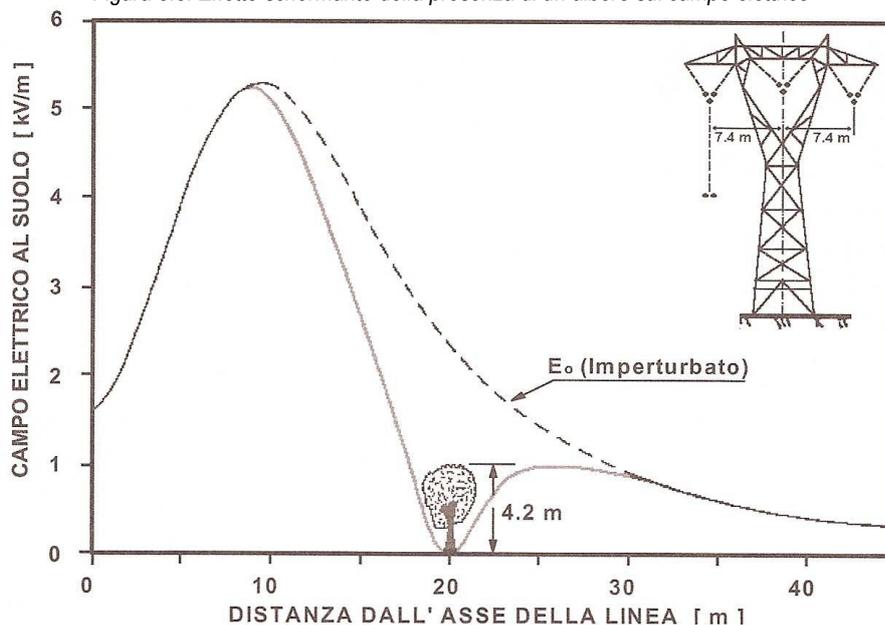
Figura 3.4: distribuzione del campo elettrico a 1m dal suolo



Fonte: Inquinamento da campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, Maggioli Editore

In realtà le situazioni precedentemente riportate in figura si riferiscono ad una ipotetica situazione in cui il terreno sotto la linea è piano e senza ostacoli: in pratica però il campo elettrico al livello del suolo è spesso ridotto nelle vicinanze di oggetti quali alberi, recinzioni, veicoli, ecc.

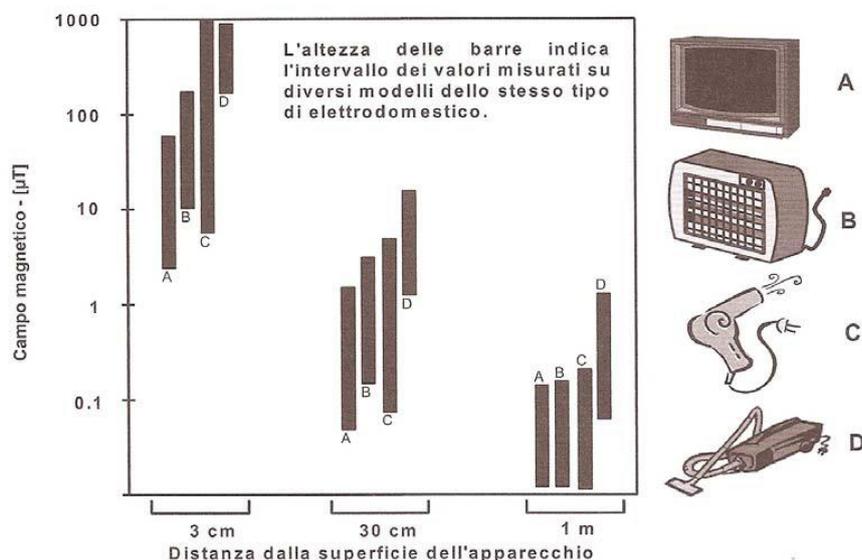
Figura 3.5: Effetto schermante della presenza di un albero sul campo elettrico



ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 17 di 27

A differenza di quanto detto a proposito dei campi elettrici, le linee elettriche aeree non sono le uniche sorgenti significative dei campi magnetici ma esistono, sia in ambienti industriali, sia in ambienti domestici e pubblici numerosissime sorgenti che determinano condizioni di esposizione al campo magnetico. Ad esempio, misure effettuate nell'intorno di alcuni elettrodomestici hanno indicato che il campo magnetico può raggiungere intensità anche di alcune decine e centinaia di microtesla a breve distanza (<10 cm) dalla sorgente; peraltro, con l'aumentare della distanza, esso decresce molto più rapidamente di quanto non succeda per gli elettrodotti, raggiungendo a circa 1m dalla sorgente valori uguali o inferiori a 1 μ T.

Figura 3.6: Livelli tipici di campo magnetico di alcuni elettrodomestici



Fonte: *Inquinamento da campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*, Maggioli Editore

Bisogna poi ricordare che il campo magnetico, dipendendo dalla corrente, varia a seconda della richiesta di energia e quindi è fortemente influenzato dalle condizioni di carico delle linee stesse.

Come per il campo elettrico, anche il campo magnetico diminuisce con l'aumentare da terra dei conduttori, per cui la situazione che si riscontra nella fascia di terreno sottostante la campata è quella illustrata nella figura seguente. A differenza del campo elettrico però il campo magnetico non può generalmente essere schermato da oggetti presenti in prossimità della linea.

Per quanto riguarda le linee di distribuzione a media e bassa tensione, l'induzione magnetica al suolo, a causa delle minori correnti transanti, è più bassa rispetto a quella riscontrabile nelle linee ad alta tensione.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 18 di 27

4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da n. 20.076 moduli fotovoltaici al silicio monocristallino per una potenza di picco pari a 12.045,60 kWp ed una potenza Massima in Immissione pari a 41.500,00 kW.

L'intera produzione netta di energia elettrica sarà riversata in rete con allaccio in AT a 150 kV attraverso la realizzazione di una Nuova Stazione di Elevazione (S.E.U.) e la connessione all'Esistente Cabina Prima di E-Distribuzione S.p.A. denominata "Ruggianello".

Il generatore fotovoltaico sarà formato da n. 717 stringhe ognuna costituita da 28 moduli collegati in serie, per una **potenza di picco complessiva totale del generatore fotovoltaico di 12.045,60 kWp.**

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in n.2 sottocampi denominati rispettivamente Avetrana SC1 e Avetrana SC2.

All'intero impianto fotovoltaico farà riferimento una singola cabina di Parallelo (Delivery Cabin) destinata ad ospitare i dispositivi di Sezionamento e Protezione.

A Valle della Cabina di Parallelo saranno installate (previa connessione tramite Linea MT dedicata a 30 kV) le Power Station (in totale n.4). Ogni Power Station sarà comprensiva di:

- n. 1 Cabina Prefabbricata in CLS comprensiva dei Quadri MT (QMT);
- n. 1 Cabina Prefabbricata in CLS comprensiva dei Quadri BT di Parallelo Inverter (QBT);
- n°2 (oppure n.1) Trasformatore di potenza pari a 2.500 kVA con rapporto di Trasformazione 30/0,80 kV, n.1 Quadro Elettrico Generale BT, n.1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

Le stringhe di moduli fotovoltaici saranno cablate in parallelo direttamente sugli Inverter Posti in Campo (Inverter di Stringa) dove la Corrente in corrente continua sarà trasformata in corrente alternata trifase con Tensione a 800 V.

Le linee in corrente alternata trifase in CA (a 800 V), in uscita da ogni Inverter, saranno convogliate al rispettivo Quadro Generale BT dislocato sulla Power Station di Competenza.

La linea trifase a 800 V in AC in uscita dai rispettivi Quadri Generali di Parallelo sarà trasformata in AC a 30.000 Volt da apposito trasformatore elevatore di potenza pari a 2.500 kVA. All'uscita del trasformatore è posto il quadro QMT (partenza linea MT).

La linea elettrica in MT in uscita dal Quadro MT (posto all'interno della Cabina Prefabbricata di competenza) è convogliata alla cabina di Parallelo dotata delle opportune apparecchiature di Sezionamento e Protezioni.

Le Linee MT in Uscita della Delivery Cabin (Cabina di Parallelo), saranno convogliate alla Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) dove la Tensione sarà elevata da 30 a 150 kV.

Nella Tabella 4.1 sono evidenziate le principali caratteristiche dell'Impianto Fotovoltaico e dei Relativi Sottocampi

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 19 di 27

Proponente	AVETRANA S.r.l.	
Impianto	AVETRANA 1	
Sottocampi	Avetrana 1 SC1	Avetrana 1 SC2
Comune (Provincia)	Avetrana (TA)	Avetrana (TA)
Coordinate	Lat.: 40.349889° Long.: 17.753895°	Lat.: 40.342865° Long.: 17.759937°
Superficie di impianto (Compresa nella Recinzione)	13,1917 ha	
Potenza di picco Sottocampi (CC)	5.040,00 kWp	7.005,60 kWp
Potenza di picco Totale (CC)	12.045,60 kWp	
Potenza nominale (CA)	10.175,00 kWp	
Tensione di sistema (CC)	1.500 V	1.500 V
Punto di connessione ('POD')	Cabina Primaria E-Distribuzione S.p.A. "Ruggianello"	
Regime di esercizio	Cessione Totale	
Potenza in immissione richiesta [STMG]	41.500 kW (Sezione di Impianto 10.200,00 kWp)	
Potenza in prelievo richiesta per usi diversi da servizi ausiliari	200 kW	
Tipologia di impianto	Strutture ad inseguimento Monoassiale	
Moduli per sottocampo	N°8.400 in silicio monocristallino da 600 Wp	N°11.676 in silicio monocristallino da 600 Wp
Moduli Totali	N°20.076 in silicio monocristallino da 600 Wp	
Inverter	N°23 Inverter di Stringa per installazione Outdoor	N°32 Inverter di Stringa per installazione Outdoor
Tilt	0°	
Azimuth	-20°	
Cabine	N°2 Power Station + N°1 Delivery Cabin + N°1 Control Room	N°2 Power Station

Tabella 4.1: Sintesi delle Caratteristiche dell'Impianto Fotovoltaico

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 20 di 27

5. DETERMINAZIONE DELLA D.P.A.

Come precisato in precedenza, nella presente relazione, saranno oggetto di valutazione le seguenti apparecchiature elettriche:

- -- Campo Fotovoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- -- Inverter;
- -- Gli elettrodotti di Media Tensione (MT);
- -- le Cabine di trasformazione bt/MT;
- -- la Stazione di Elevazione di Utenza (SEU);
- -- Gli elettrodotti di alta tensione (AT);
- -- Nuovo Stallo 150 kV nella Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A.;

5.1 Campi Elettromagnetici relativi al Campo Fotovoltaico (Modulo Fotovoltaico)

Nel caso specifico del Campo Fotovoltaico, formato dall'insieme delle Stringhe di Moduli Fotovoltaici, dalle String Box e dai rispettivi Cavi Elettrici, considerato che:

- Tale Sezione di Impianto ha un funzionamento in corrente continua (0 Hz);
- Nel caso di una Buona Esecuzione delle Opere, i cavi con diversa polarizzazione (+ e -) sono posti a contatto, con l'annullamento quasi totale dei campi magnetici statici prodotti in un punto esterno;
- I cavi relativi alle dorsali principali, ovvero gli unici che trasportano un valore di corrente significativo, sono molto distanti dai confini dell'impianto;

Si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro Magnetico (si veda a tal proposito quanto affermato nel Paragrafo 1.1.)

5.2 Campi Elettromagnetici relativi agli Inverter

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi 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).

Oltre a quanto specificato, gli inverter ammessi in commercio devono rispettare la normativa vigente sulla compatibilità elettromagnetica, al fine di evitare interferenze con altre apparecchiature e con la rete elettrica.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 21 di 27

Si può escludere il superamento dei limiti di riferimento dei valori di campo Elettro-Magnetico.

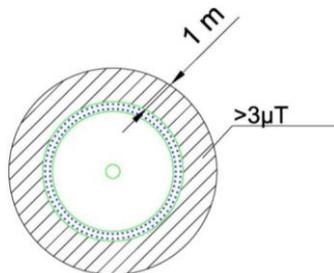
5.3 Elettrodotti di Media Tensione

Gli Elettrodotti di Media Tensione relativi al campo fotovoltaico si dividono in:

- Cavi MT 30 kV Interrati per il collegamento Elettrico tra le Power Station;
- Cavi MT 30 kV Interrati per il convogliamento dell'energia elettrica Prodotta alla Stazione di Elevazione di Utanza (S.E.U.)

Per quanto concerne entrambe le tipologie sopra riportate, per i cavi MT interrati il valore di qualità (induzione magnetica $< 3 \mu\text{T}$), si raggiunge ad una distanza di circa 1 m dal cavo (Vedi Fig. 5.2), che comunque è interrato ad una profondità di circa 1,2 m rispetto al piano di campagna. Le aree in cui avviene la posa dei cavi sono agricole, e la posa dei cavi avviene di solito al di sotto di strade esistenti (interpoderali, comunali e l'attraversamento di una strada provinciale), aree dove ovviamente non è prevista la permanenza stabile di persone per oltre 4 ore e/o la costruzione di edifici. **Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotta dai cavi MT è praticamente nullo.**

Figura 5.1: Limiti del Campo Magnetico per un Conduttore MT



Inoltre si precisa che in base a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di: "....." – linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica "....."; in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

5.4 Cabine Elettriche bt/MT

All'interno del Campo Fotovoltaico sono presente delle Power Station ognuna comprensiva di n. 1 Quadro MT (QMT), di n°1 Trasformatore potenza pari a 2.500 kVA con rapporto di Trasformazione 30/0,8 kV, n.1 Inverter Centralizzato, n. 1 autotrasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari, il tutto montato e cablato su apposito Skid predisposto.

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 22 di 27

La fascia di rispetto della cabina di trasformazione dell'impianto è calcolata sulla base della metodologia di calcolo semplificato descritta nel DM 29/05/08 pubblicata sulla gazzetta ufficiale n.156 del 5 luglio 2008 S.O. n. 160) mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione D.p.a., ottenuta applicando la seguente formula:

$$D_{pa} = 0,40942\sqrt{Ix}^{0,5241}$$

dove

I = corrente nominale (secondaria del trasformatore) [A];

x = diametro dei cavi in uscita dal trasformatore [m];

Sia nel caso della Cabina di Consegna che nel caso delle Cabine di trasformazione, in ottemperanza al DM 29/05/08 precedentemente citato, è stata prevista una fascia di rispetto espressa a titolo cautelativo mediante l'individuazione della distanza di prima approssimazione. A titolo conservativo è stata scelta come D.p.a. il valore massimo riportato nella tabella dell'art. 5.2.1 del DM 29/05/08 e pari a 2,5 m.

Saranno pertanto previste attorno alla cabina di consegna ed alle cabine di trasformazione delle fasce di terreno di 2,5 m mantenuta libera da qualsiasi struttura.

5.5 Stazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.)

L'energia Elettrica Trifase in Media Tensione a 30 kV in uscita dall'Impianto dalle Cabine di Consegna "Delivery Cabin" sarà convogliata presso la Stazione di Elevazione di Utenza, ubicata in prossimità dell'Esistente Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A..

Qui è previsto:

- 1- un ulteriore innalzamento della tensione con una trasformazione 30/150 kV;
- 2- la misura dell'energia prodotta;

La sottostazione avrà una superficie di circa 5.000 mq. Al suo interno sarà presente un edificio adibito a locali tecnici, in cui saranno allocati gli scomparti MT, i quadri BT, il locale comando controllo ed il gruppo elettrogeno. È prevista altresì la realizzazione di uno stallo di trasformazione. Il trasformatore 30/150 kV avrà potenza nominale di 50 MVA raffreddamento in olio ONAN/ONAF, con vasca di raccolta sottostante, in caso di perdite accidentali. Oltre al trasformatore MT/AT saranno installate apparecchiature AT per protezione, sezionamento e misura:

- scaricatori di tensione;
- sezionatore tripolare con lame di terra;

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 23 di 27

- trasformatori di tensione induttivi per misure e protezione;
- interruttore tripolare 150kV;
- trasformatori di corrente per misure e protezione;
- trasformatori di tensione induttivi per misure fiscali.

L'area della sottostazione sarà delimitata da una recinzione con elementi prefabbricati "a pettine", che saranno installati su apposito cordolo in calcestruzzo (interrato). La finitura del piazzale interno sarà in asfalto. In corrispondenza delle apparecchiature AT sarà realizzata una finitura in ghiaietto.

Per quanto concerne la determinazione della fascia di rispetto, la S.E.U. è del tutto assimilabile ad una Cabina Primaria, per la quale la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto (area recintata).

Ciò in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: per questa tipologia di impianti la **Dpa** e, quindi, la **fascia di rispetto**, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.

L'impatto elettromagnetico nella SEU è essenzialmente prodotto:

- all'utilizzo dei trasformatori BT/MT;
- alla realizzazione delle linee/sbarre aeree di connessione tra il trafo e le apparecchiature elettromeccaniche; l.
- L'impatto generato dalle sbarre AT è di gran lunga quello più significativo e pertanto si propone il calcolo della fascia di rispetto dalle sbarre AT.

Le sbarre AT sono assimilabili ad una linea aerea trifase 150 kV, con conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2,2 m, ad un'altezza di circa 4,5 m dal suolo, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate.

Nel caso in esame abbiamo:

- S (distanza tra i conduttori) = 2,2 m;
- P_n = Potenza massima dell'impianto (36,0 MW);
- V_n = Tensione nominale delle sbarre AT (150 kV);

Pertanto si avrà

$$I = \frac{P_n}{(V_n \times 1,73 \times \cos \varphi)} = 146,43 \text{ A}$$

ed utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11, si avrà:

$$R' = 0,34 \times \sqrt{2,2 \times 206,40} = 6,10 \text{ m}$$

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 24 di 27

Valore al di sotto della distanza delle sbarre stesse dal perimetro della SEU (distanza minima dalla recinzione circa 10 m), e di fatto pari quasi all'altezza delle stesse sbarre (come detto pari a 4,5 m).

In conclusione:

- **in conformità a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (Dpa) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'aerea di pertinenza della cabina di trasformazione in progetto;**
- **la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con totale assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 100 m.**
- **all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.**

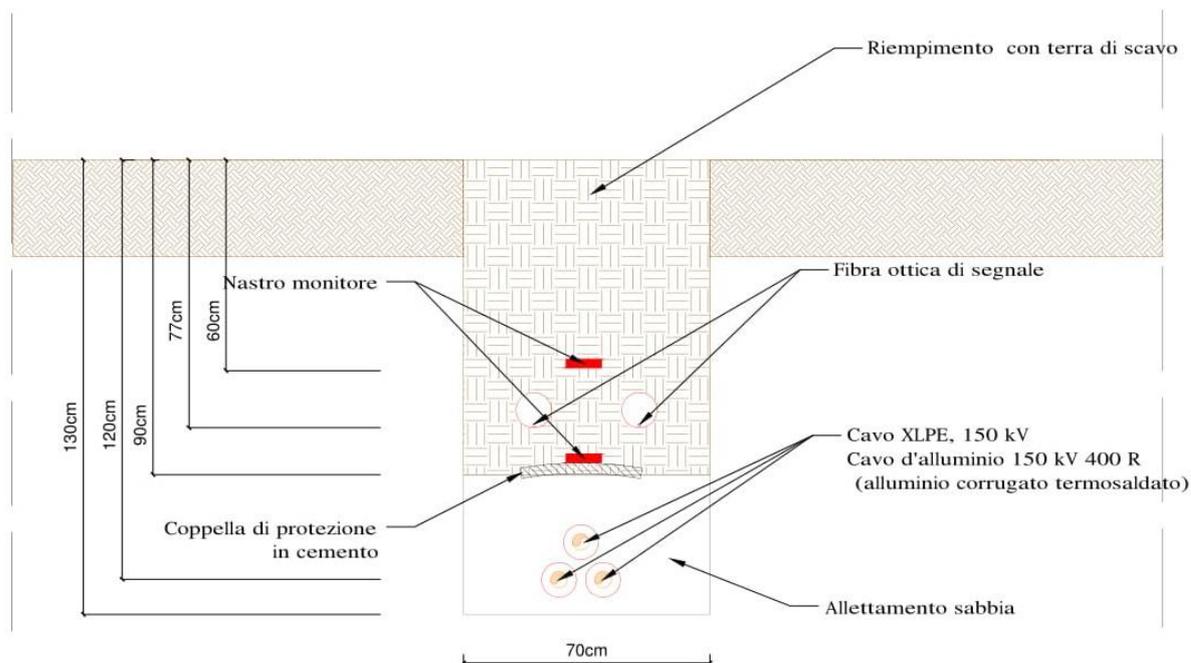
Pertanto, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone prodotto dalla realizzazione della cabina di trasformazione è trascurabile.

5.6 Linea Elettrica AT di Collegamento alla Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A.

Nel Caso della Linea AT a 150 kV in Uscita dalla Sottostazione di Elevazione di Utenza (S.E.U.) per l'attestazione su Stallo predisposto nella Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A. denominata "Ruggianello", trattasi di Linea Interrata con Cavi disposti a Trifoglio ed Interrati ad una profondità di 120 cm al di sotto del Piano di Campagna (Vedi Fig. 5.2)

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTRICI	Pagina 25 di 27

Figura 5.2: Sezione di Interramento Linea AT



Per questa Tipologia di Linee l'Allegato A alle Linee Guida per l'Applicazione del Paragrafo 5.1.3 del DM 29.05.08 "Distanza di Prima approssimazione (DPA) da Linee di Cabine Elettriche" redatto da Enel Distribuzione, prevede (Vedi Fig. 5.3) una **Dpa** pari a 3.1 metri.

Da tenere conto che tale Dpa. È stata calcolata considerando una Portata di $I = 1.110$ A mentre nel nostro caso la Portata Assume un valore a $I = 146$ A.

Per tale motivo, considerando l'interramento del Linea AT ad una profondità di 1,2 metri, **si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone prodotto dalla realizzazione della Linea AT di Collegamento in AT sia Trascurabile.**

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
COMET ENERGY POWER	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTRICI	Pagina 26 di 27

Figura 5.3: Allegato A Alle Linee Guida Enel Distribuzione



DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QSA/TUN

Tipologia sostegno	Formazione	Armamento	Corrente	DPA (m)	Rif.
Tubolare Doppia Terna con mensole isolanti (serie 132/150 kV) <u>Scheda A13</u>	22.8 mm 307.75 mm ²		576	22	A13a
			444	19	A13b
	31.5 mm 585.35 mm ²		870	27	A13c
			675	23	A13d
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti in piano (serie 132/150 kV) <u>Scheda A14</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	5.10	A14
CAVI INTERRATI Semplice Terna cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV) <u>Scheda A15</u>	108 mm 1600 mm ²		1110	3.10	A15
CABINA PRIMARIA ISOLATA IN ARIA (132/150kV - 15/20kV) Trasformatori 63MVA <u>Scheda A16</u>	Distanza tra le fasi AT = 2.20 m		870	14	A16
	Distanza tra le fasi MT = 0.37 m		2332	7	

ELABORATO.: 030600_R	COMUNE di AVETRANA PROVINCIA di TARANTO	Rev.: 02/21
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 12.045,60 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMOICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA	Data: 15/12/2021
	RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI	Pagina 27 di 27

5.7 Lavori di Ampliamento della Cabina Primaria di E-Distribuzione S.p.A. "Ruggianello"

Per quanto riguarda le nuove opere nella Cabina Primaria Esistente di E-Distribuzione S.p.A. ovvero:

- Installazione di nuovi Stalli AT a 150 kV;

Valgono le stesse considerazioni di cui al precedente paragrafo 5.5 relativo alla Stazione di Elevazione di Utenza.

Si può comunque affermare che in merito a quanto riportato nel metodo di calcolo semplificato, per le cabine primarie la D.P.A. è sicuramente interna alla cabina se sono rispettate le seguenti distanze dal perimetro esterno, non interessato dalle fasce di rispetto delle linee in ingresso/uscita:

– **14 m dall'asse delle sbarre di AT in aria;**

– **7 m dall'asse delle sbarre di MT in aria.**

Entrambe le due condizioni sono verificate

6. CONCLUSIONI

A seguito delle Analisi sopra riportate, si può affermare che la realizzazione dell'Impianto fotovoltaico ed in particolare delle seguenti apparecchiature elettriche:

- -- Campo Fotovoltaico (Moduli Fotovoltaici);
- -- Inverter;
- -- Gli elettrodotti di Media Tensione (MT);
- -- le Cabine di trasformazione bt/MT;
- -- la Stazione di Elevazione di Utenza (SEU);
- -- Gli elettrodotti di alta tensione (AT);
- -- Nuovo Stallo AT nella Cabina Primaria E-Distribuzione S.p.A.;

Comporta rischi trascurabili in merito agli effetti dei campi elettro magnetici sulle persone.

Montegiorgio li 15.12.2021

In Fede
Il Tecnico
(Dott. Ing. Luca Ferracuti Pompa)