



**PROGETTO DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE DENOMINATO "GRICCIANO"  
IN COMUNE DI COLLESALVETTI (LI)  
Potenza installata 68 MW**

**PROGETTO DEFINITIVO**

ELABORATO N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
<b>A04</b>	<b>STUDIO DEGLI IMPATTI ELETTROMAGNETICI</b>	<b>1:2.000</b>  <b>DATA</b>
<b>PRIMA EMISSIONE</b>	<b>Valutazione di Impatto Ambientale Art.23 D.Lgs.152/2006</b>	<b>Dicembre 2023</b>
GRUPPO DI PROGETTAZIONE		FIRMA
 <p>TAUW Italia S.r.l. Galleria Giovan Battista Gerace 14 56124 Pisa</p>		
 <p><b>e3STUDIO</b> DI CAPELLINO E ASSOCIATI ENGINEERING ENVIRONMENT ENERGY</p> <p>Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO Dott. Arch. DANIELE BORGNA Geom. ALBERTO BALSAMO Dott. Ing. ALBERTO BONELLO Dott. Arch. IVANO GARELLI</p> <p>Corso Armando Diaz 23/1 - 12084 - Mondovi (CN) ☎ 0174 55 12 47 ✉ info@e3studio.it ✉ e3studio@legalmail.it</p>		
 <p><b>ALBERTO DAZZI</b> agronomo</p> <p>Dott. Agr. Alberto DAZZI Mob. 3333778233 dazzialberto@tiscali.it Via Campo d'Appio 142/A 54033 Carrara (MS)</p>		
SVILUPPATORE		FIRMA
 <p><b>DCC</b> Development Consulting Company</p>	<p><b>DCC Srl</b> Via Edmondo De Amicis n° 15 90143 - Palermo (PA) P. Iva: 06948730822 ✉ dccsrl2050@gmail.com</p>	
COMMITTENTE		FIRMA
 <p><b>EDISON Spa</b> Foro Buonaparte, n. 31 - 20121 Milano Partita IVA 08263330014 ☎ 02/6222.1 www.edison.it</p>		

REGIONE TOSCANA  
PROVINCIA DI LIVORNO  
COMUNE DI COLLESALVETTI

**PROGETTO DI IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE DENOMINATO "GRICCIANO"  
IN COMUNE DI COLLESALVETTI (LI)  
Potenza installata 68 MW**

**PROGETTO DEFINITIVO**



*studio associato ANL Firenze*  
*50127 FIRENZE Via Bastianelli, 4*  
*C.F. e P. IVA 06719510486*

*e-mail : l.alfinito@studioanl.it*  
*s.frosini@studioanl.it*

COMMESSA/WBS

A1603 - CEM

TIPO DOCUMENTO:

**Relazione tecnica**

TITOLO  
DOCUMENTO:

**Valutazione Previsionale di Impatto  
Elettromagnetico**

IL TECNICO:

Prof. Luca Alfinito  
Fisico Specialista - Ingegnere Civile e Ambientale iunior  
Tecnico competente in acustica  
(E.N.TE.C.A. n. 8071 -  
Det. Provincia di Pisa n. 2135 del 09/05/06)

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato da	Data
<b>A1603-231219_1900-CEM</b>	Ver 2.0	Luca Alfinito	Silvia Frosini	Luca Alfinito	19/12/2023



## Indice

	Pag.
TAVOLA REVISIONI	2
INDICE	3
<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>2. RIFERIMENTO NORMATIVO</b>	<b>4</b>
2.1 NORMATIVA NAZIONALE DI RIFERIMENTO	4
2.2 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	5
<b>3. DEFINIZIONI</b>	<b>5</b>
<b>4. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>7</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE E DEGLI IMPIANTI</b>	<b>1</b>
5.1 SOTTOCAMPI	1
5.2 CABINA BT/MT	1
5.3 CONNESSIONI DI SOTTOCAMPO	3
5.4 SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE MT/AT	4
5.5 CONNESSIONE ALLA RETE	5
<b>6. CALCOLO DISTANZE DI PRIMA APPROSSIMAZIONE</b>	<b>6</b>
6.1 CABINE DI SOTTOCAMPO	7
6.2 CAVIDOTTO DI ALLACCIAMENTO ALLA RETE TERNA	8
<b>7. CONCLUSIONI</b>	<b>9</b>

## 1. Introduzione

La società Edison Rinnovabili S.p.A. intende procedere all'installazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (di seguito, impianto fotovoltaico) da realizzare nel Comune di Collesalveti (LI) – loc. Il Faldo, nell'ambito di un vasto appezzamento agricolo a futura destinazione agrivoltaica, delimitato a ovest dall'arteria viaria SR 206 Pisana-Livornese e a sud dall'argine del Canale Scolmatore dell'Arno.

Suddetto impianto avrà una potenza installata determinata dalla somma delle potenze nominali dei moduli FV (oltre 95000), è pari a 68 MWp, mentre la potenza in immissione nella RTN determinata dalla potenza indicata sulla STMG è pari a 65 MW. La presente relazione tecnica è stata redatta dal Prof. Luca Alfinito al fine di valutare l'impatto elettromagnetico prodotto dall'esercizio dei dispositivi elettrici a servizio dell'impianto. In particolare modo viene qui presentato il calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA) delle cabine elettriche e del cavidotto interrato, unico elemento potenzialmente impattante su ricettori prossimi, secondo quanto previsto dal DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" – Allegato 2, § 5.1.3 (Procedimento semplificato: calcolo della distanza di prima approssimazione). Verrà in particolare mostrato che, data l'assenza di edifici entro le distanze di prima approssimazione previste, l'installazione oggetto di valutazione è pienamente compatibile con le caratteristiche del sito.

## 2. Riferimento normativo

Nel presente capitolo viene riportata una panoramica dei principali riferimenti di legislazione nazionale e della normativa tecnica pertinente alle analisi oggetto del presente elaborato.

### 2.1 Normativa nazionale di riferimento

- ✓ DM 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.;
- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- ✓ DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche, suddetto Decreto (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- ✓ i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- ✓ il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Suddetto all'art. 6, in attuazione della legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo della fascia di rispetto degli elettrodotti. Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità

- ✓ DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti"

Suddetto Decreto introduce la metodologia di calcolo semplificata delle fasce di rispetto, con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA). Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T del campo magnetico, si applica nel caso di:

- ✓ Realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati;
- ✓ Progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell'esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo 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 interrato, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- ✓ linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- ✓ linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- ✓ linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- ✓ linee di media tensione in cavo cordato ad elica in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta inferiore alle distanze previste dai DM marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

## 2.2 Normativa tecnica di riferimento

- ✓ CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100 kV".
- ✓ CEI 20-21 "Calcolo della portata di corrente" (IEC 60287).
- ✓ CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".
- ✓ 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 I".
- ✓ CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche".

## 3. Definizioni

Valgono le definizioni di seguito riportate, per la maggior parte contenute nella Legge 36/2001, nel DPCM 8 luglio 2003 e nel Decreto 29 maggio 2008.

- ✓ Autorità competenti ai fini dei controlli: sono le autorità di cui all'art. 14 della Legge 36/2001 (le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale, utilizzano le strutture delle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente). - Autorità competenti ai fini delle autorizzazioni: sono le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni per la costruzione e/o l'esercizio di elettrodotti e/o insediamenti e/o aree di cui all'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore).
- ✓ Campata: elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni.
- ✓ Distanza di Prima Approssimazione (DPA): 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 centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra (Scheda B10).
- ✓ Elettrodotto: è l'insieme delle linee elettriche delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione. - Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Si ricorda che le Regioni (fermi i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità) nella definizione dei tracciati degli elettrodotti che ricadono nella loro competenza autorizzativa, devono tener conto anche delle fasce di rispetto determinate secondo la metodologia in allegato al Decreto 29 maggio 2008 (art. 8, c. 1, lett. B) della Legge 36/2001).

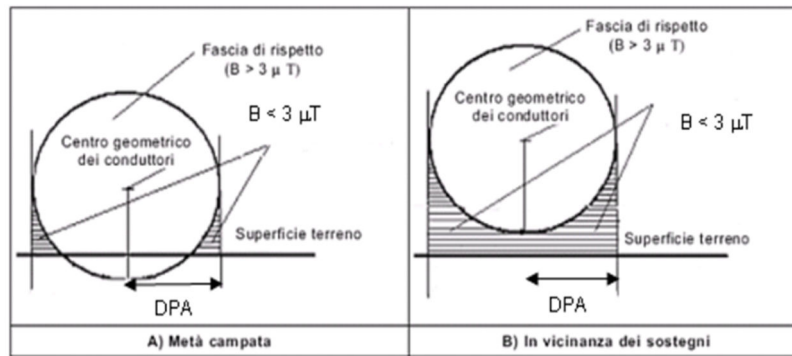


Figura 1. Schema Fasce rispetto e DPA in corrispondenza di metà campata e in vicinanza dei sostegni

- ✓ Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transigente in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di Primarie e Secondarie e Cabine Utente.
- ✓ Limiti di esposizione (DPCM 8 luglio 2003 art. 3 c. 1): nel caso di esposizione, della popolazione, a campi elettrici e magnetici, alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu\text{T}$  per l'induzione magnetica e 5  $\text{kV/m}$  per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.
- ✓ Linea: collegamento con conduttori elettrici, delimitato da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti.
- ✓ Luoghi tutelati (Legge 36/2001 art. 4 c.1, lettera h): aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere.
- ✓ Obiettivo di qualità (DPCM 8 luglio 2003 art. 4): 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 giornaliere 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 della popolazione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$  per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.
- ✓ Portata in corrente in servizio normale: è la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 § 2.6. La corrente di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto è la "portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata":
  - o per le linee con tensione >100 kV, è definita dalla norma CEI 11-60;
  - o per gli elettrodotti aerei con tensione <100 kV, i proprietari/gestori fissano la portata in corrente in regime permanente in relazione ai carichi attesi con riferimento alle condizioni progettuali assunte per il dimensionamento dei conduttori;
  - o per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17 § 3.5 e § 4.2.1 come portata in regime permanente (massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato)

## 4. Localizzazione dell'intervento

Nella vista aerea di Figura 2 è individuata l'area in cui troverà installazione il parco fotovoltaico.



Figura 2. Aerofotografia generale dell'area

Nella successiva Figura 3 è invece riportato un lay-out generale dell'impianto. Data l'elevata estensione del campo fotovoltaico, costituito da oltre 95000 moduli, l'immagine consente di apprezzare l'ubicazione dei pannelli in macchie a due gradazioni di viola in funzione della lunghezza delle stringhe.

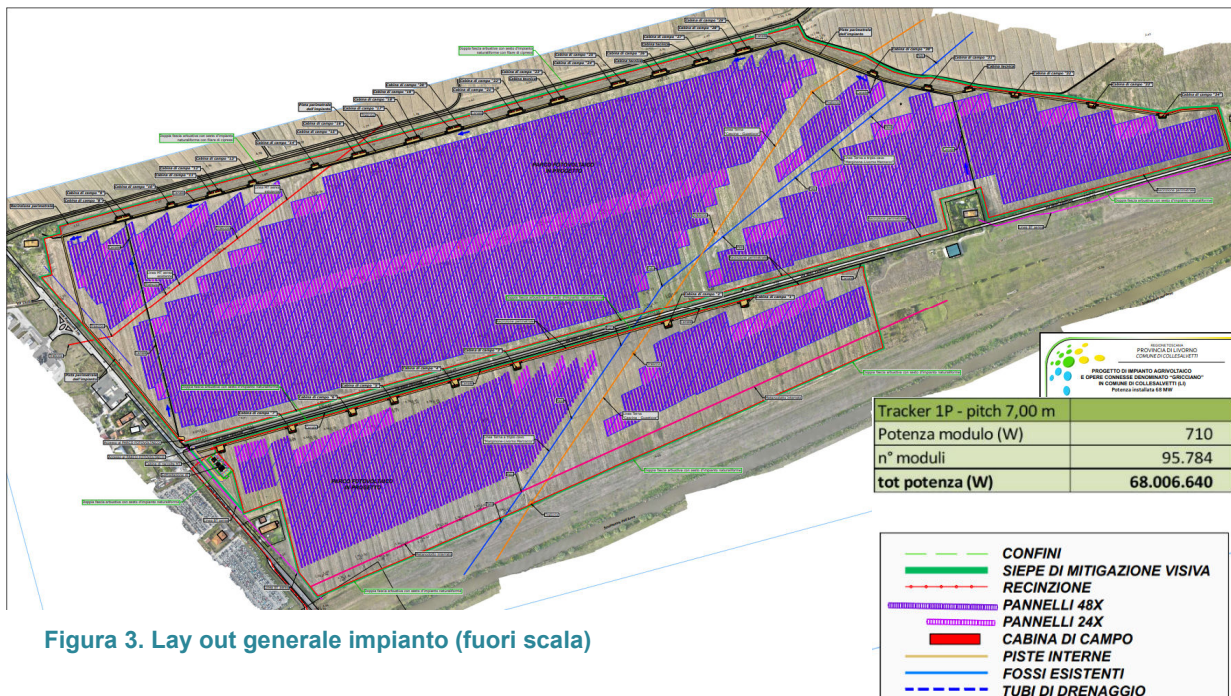


Figura 3. Lay out generale impianto (fuori scala)

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia bifacciale ed in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 24 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a singola fila con modulo disposto verticalmente. Nella successiva Figura 4 è mostrato lo schema dei tracker di rotazione dei pannelli.



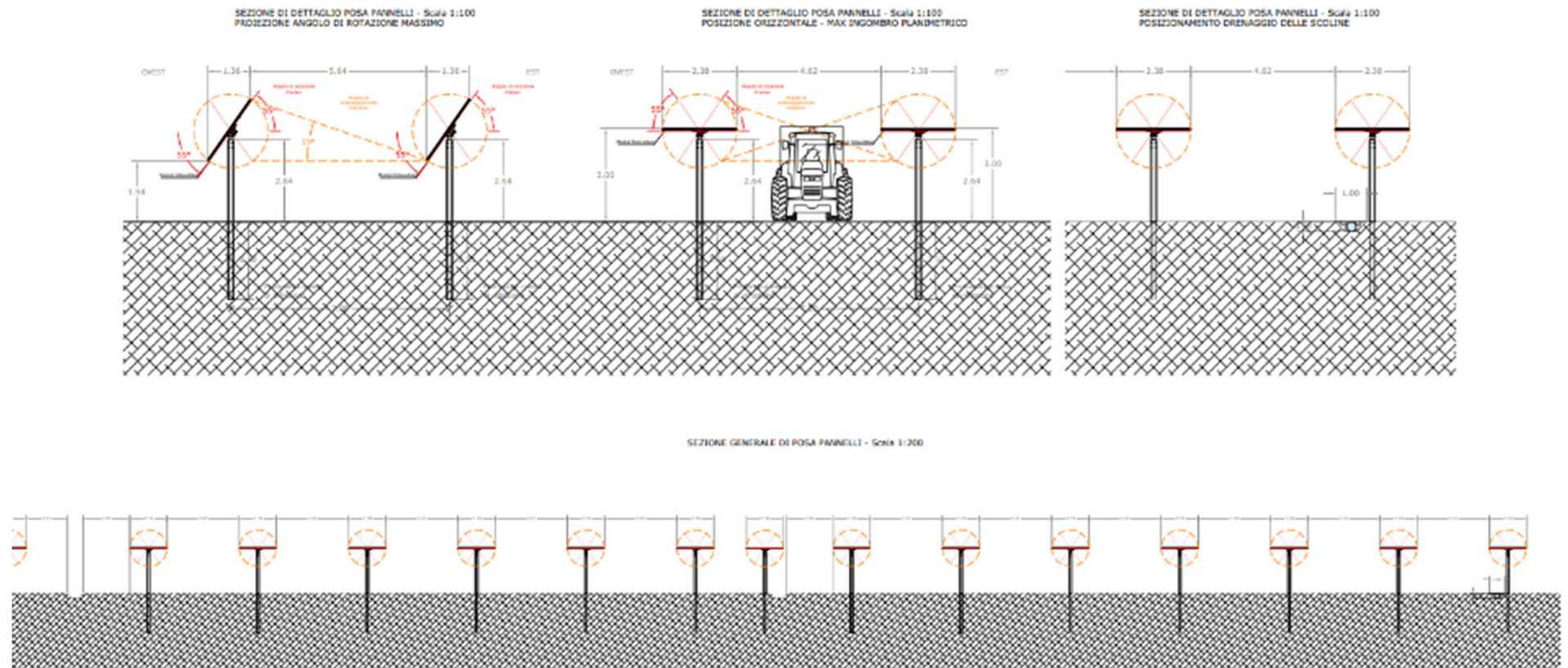


Figura 4. Schema dei tracker per la rotazione dei pannelli (asse tracker: nord-sud)

## 5. Descrizione delle linee elettriche e degli impianti

### 5.1 Sottocampi

Il parco fotovoltaico è suddiviso in 34 sottocampi, ciascuno dotato della propria cabina di sottocampo. Ciascun sottocampo raccoglie il contributo di più stringhe di lunghezze variabili in funzione della posizione all'interno dell'area, il tutto a raggruppare circa 96000 moduli e una potenza di circa 68 MW. Ciascuna strip prevede un tracker motorizzato per la variazione dell'angolo di tilt, considerando come l'orientazione dei pannelli sull'asse est-ovest.

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter di stringa modello HUAWEI SUN2000-330KTL-H1.



Figura 5. Inverter

Gli inverter, conformi alla norma CEI0-16, avranno grado di protezione IP 66 e saranno installati direttamente ai margini dei tracker e alle relative stringhe in quanto adatti ad operare nelle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di installazione dell'impianto FV (intervallo di temperatura ambiente operativa: -20...+50 °C). Ciascun inverter sarà in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata.

### 5.2 Cabina BT/MT

Presso ciascuna cabina di sottocampo saranno ubicati due trasformatori elevatori BT/MT.

Ciascun trasformatore, in resina, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca, ha potenza nominale pari a 2800 kVA e rapporto di trasformazione pari a 0,4/20 kV con singolo circuito secondario. Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate nell'ultima colonna della Tabella successiva. Si mostrano quindi nelle Figure a seguire le caratteristiche dimensionali delle 34 cabine di trasformazione, che conterranno le apparecchiature di trasformazione e i quadri elettrici di pertinenza.

**DRY TRANSFORMER DATA SHEET**

Quotation : P-2020-2460 Rev. 00 Date: 02/09/2020 Application : solar inverter transformer  
Item : 3 Quantity : 20 Customer ref: EGP / Castrum & Pontinia

**GENERAL CHARACTERISTICS**

Design		Cast Resin Transformer		
Application		Distribution Transformers - THD(i)<5% & K-factor 1		
Model		TMCRES		
Installation		Indoor		
Rating Power	[kVA]	2800kVA		
Cooling		AN		
Nominal Primary Voltage	[V]	30000		
Primary Voltage Tappings (at no load)		-5%, -2,5%, 0%, +2,5%, +5%		
Nominal Secondary Voltage (at no load)	[V]	640V off-load tap changer made by links		
Primary Insulation Level	[kV]	36	/	70
Secondary Insulation Level	[kV]	1,1	/	3
Rated Frequency	[Hz]	50		
Number of Phases		3 - phase		
Vector Group		Dyn11		
Primary / Secondary winding conductor material		AL	/	AL
Primary / Secondary winding insulation method		Casted in mould	/	Vacuum Pressure Impregnated
Ambient Temperature	°C	-25	/	+40
Max average Temperature rise (HV/LV)	[K/K]	100 / 100		
Temperature Class (HV/LV)		F / F		
Environmental, Climatic, Fire classes		E2, C2, F1		
Altitude (a.s.l.)	[m]	< 1000		

**GUARANTEED VALUES**

Standard for Tolerances		IEC 60076-11 - EN50588-1	EU548/14 (ECODESIGN)
Impedance	[%]	6	±10% tolerance
No load losses	[W]	3936W	+0% tolerance
Load losses @120°C	[W]	22423W	+0% tolerance
No load current	[%]	0,7	
Partial discharge level	[pC]	≤10pC	
Noise level (Lpa @ 1m ) for transformer IP00	[dBA]	56	

**DIMENSIONS AND WEIGHT**

Degree of Protection / Type of Enclosure		IP00
Length	[mm]	2220
Width	[mm]	1310
Height (without wheels)	[mm]	2480
		1070 X 1070
Total Weight	[Kg]	7200

**STANDARD ACCESSORIES**

STANDARD ACCESSORIES	QUANTITY
Rating plate	1
Bi-directional rollers	4
Lifting lugs and pulling eyes	4
Earthing terminals	2
PT100 temperature sensors wirde on IP55 junction box	3

Comments:

Figura 6. Specifiche tecniche trasformatori BT/MT

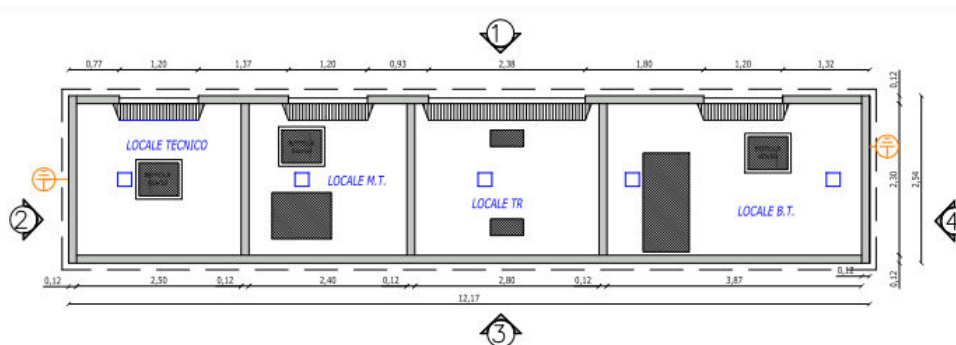


Figura 7. Pianta cabina tipo (non in scala)

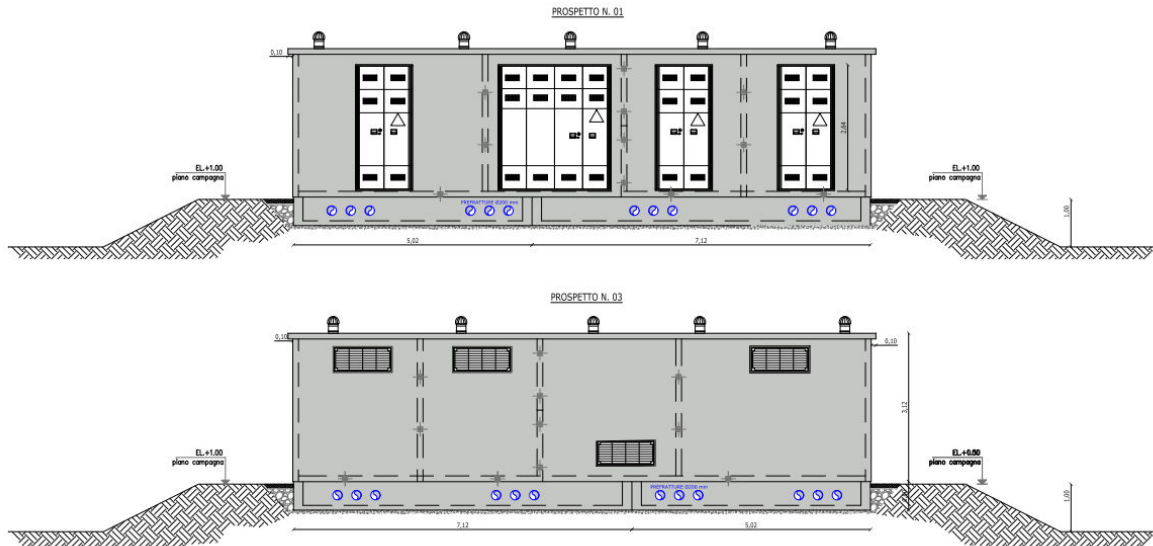


Figura 8. Prospetti cabina tipo (non in scala)

### 5.3 Connessioni di sottocampo

Si mostrano nella Figura successiva alcune sezioni che mostrano i dettagli di posa tra le varie componenti di sottocampo (ad es. tra inverter di stringa e cabine di campo (in alto a sx), tra cabina di campo "1" e cabina di campo "2" (alto a dx)).

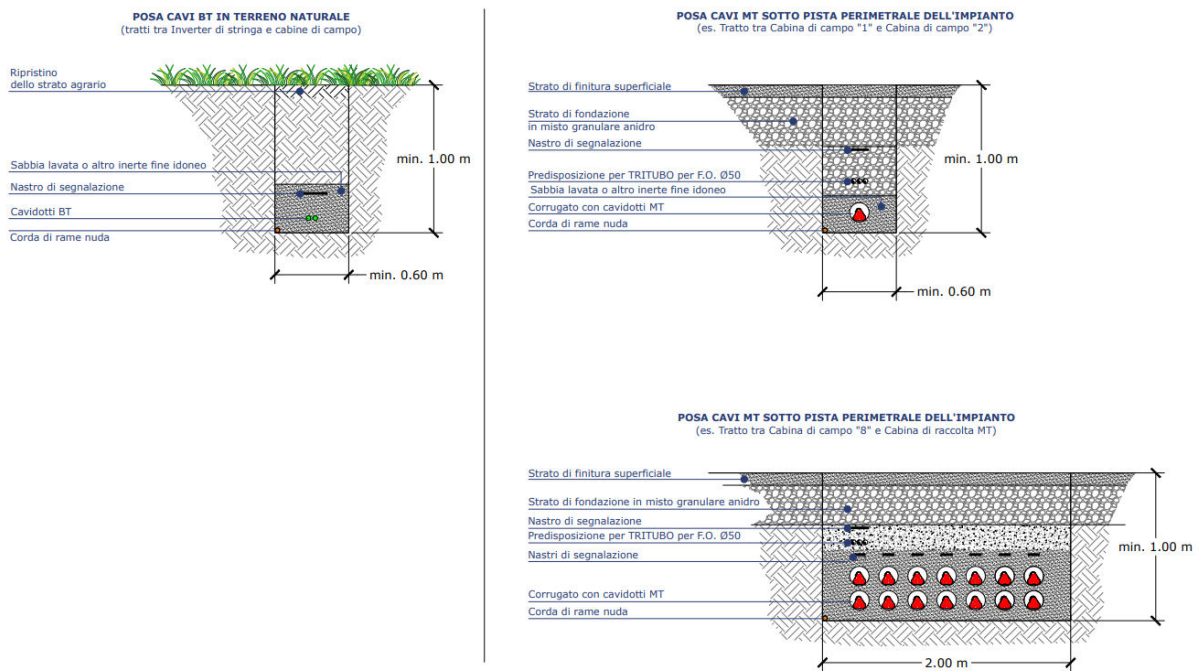


Figura 9. Sezioni elettrodotti interni all'area interna impianto

## 5.4 Sottostazione di trasformazione MT/AT

La sottostazione utente sarà ubicata all'interno dell'impianto fotovoltaico di progetto dove la tensione sarà elevata da MT ad AT, verso la quale saranno convogliati i cavidotti provenienti dalle linee di sottocampo.

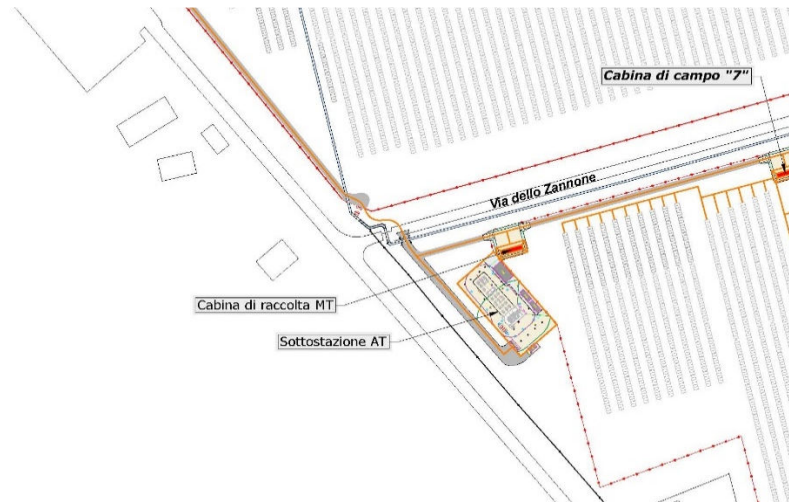


Figura 10. Ubicazione sottostazione di trasformazione MT/AT

Da questa sottostazione utente partirà un cavidotto in AT sino a raggiungere la sottostazione di TERNA S.p.A. in località Guasticce nel comune di Collesalveti (PI) dove di collegherà allo stallo già individuato e assegnato dalla stessa TERNA S.p.A. che consentirà l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Di seguito è riportato il layout della sottostazione utente, per ulteriori dettagli in merito alle modalità di realizzazione delle opere di connessione alla RTN, nonché alle sezioni condivise di tali opere, si rimanda agli elaborati relativi al PTO – Piano Tecnico delle Opere di connessione.

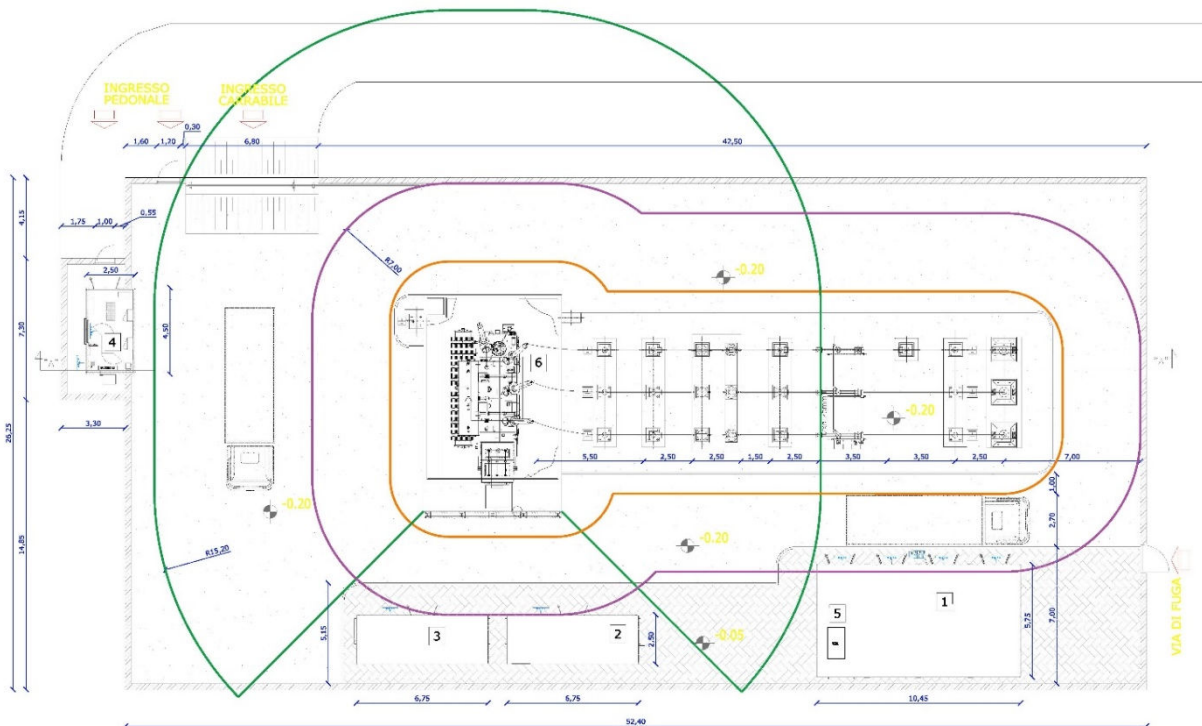


Figura 11. Pianta Sottostazione

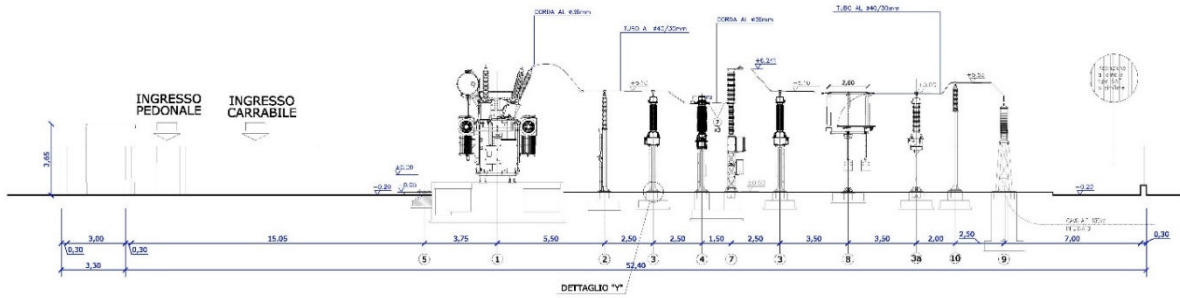


Figura 12. Apparecchiature di pertinenza della Sottostazione

## 5.5 Connessione alla rete

La soluzione di connessione alla rete è prevista presso la Stazione Elettrica Terna di Collesalveti (LI), a cui giungerà un cavidotto di tensione nominale 132 kV il cui tracciato è individuato in Figura 13.

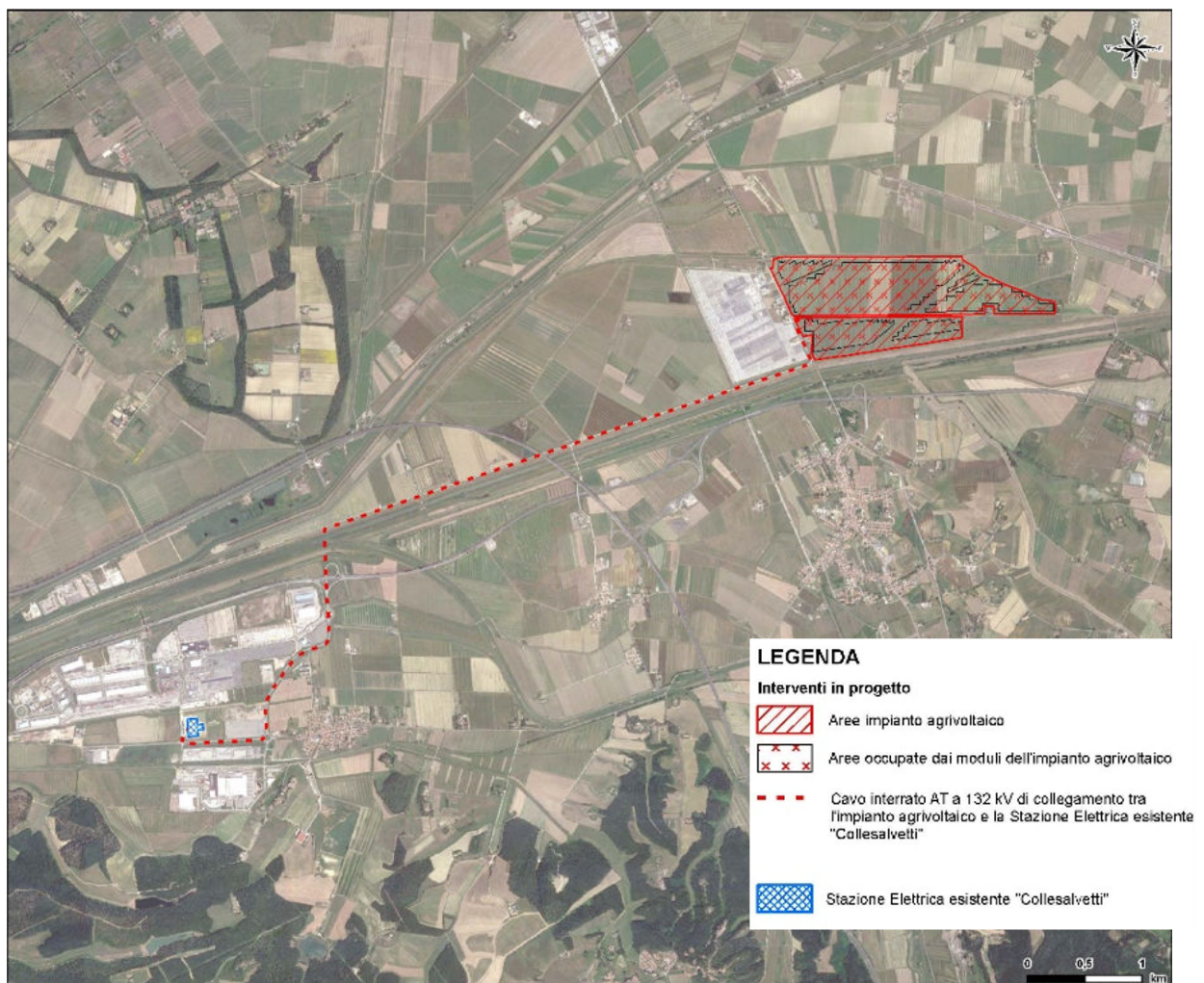


Figura 13. Percorso del cavidotto di collegamento alla Stazione Elettrica Terna di Collesalveti

Suddetto cavidotto, per il quale le tre fasi saranno convogliate in cavi XLPE separati e correnti lungo tubazioni in PVC 200 indipendenti, avrà una diversa modalità di posa in funzione della specifica sede di installazione, distinta tra terreno vegetale, strada sterrata, sede stradale, TOC. Per ciascuna di queste sono mostrati i tipologici in Figura 14.

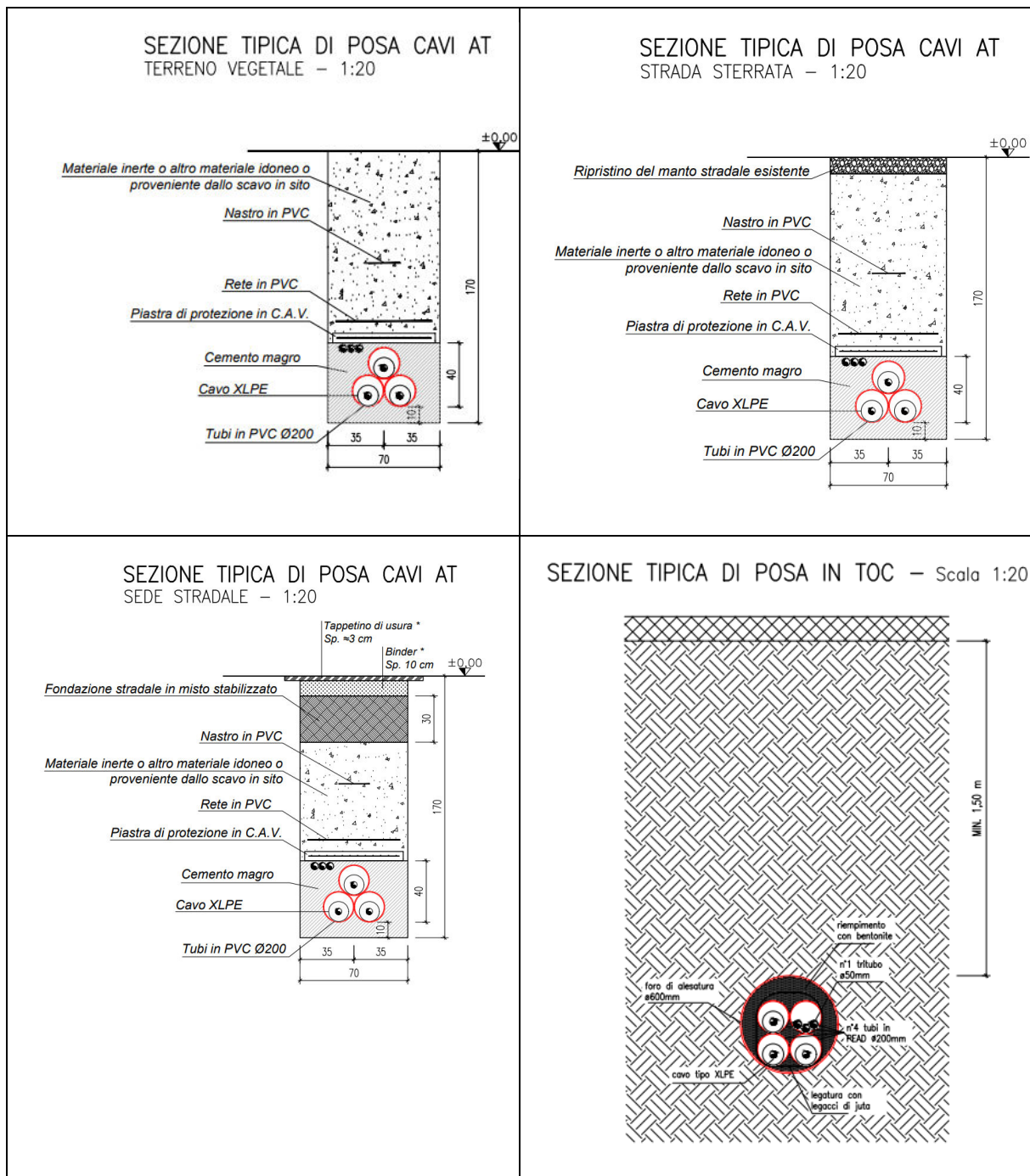


Figura 14. Percorso del cavidotto di collegamento alla Stazione Elettrica Terna di Collesalvetti

## 6. Calcolo distanze di prima approssimazione

Viste le caratteristiche dell'impianto in oggetto in relazione alla sua estensione ed alla posizione, gli elementi per cui si rende necessaria una valutazione saranno costituiti da:

- ✓ Cabine di sottocampo;
- ✓ Cavidotto interrato 132 kV di collegamento tra sottostazione e punto di allaccio Terna.

Per queste componenti il calcolo è stato effettuato utilizzando le formule previste nel DM 29/05/08 e nella guida CEI 106-11.

## 6.1 Cabine di sottocampo

I calcoli che seguono servono a determinare la distanza di prima approssimazione (DPA) per la cabina tipo utilizzando le formule previste nel DM 29/05/08 e nella guida CEI 106-11.

$$DPA = \sqrt{I} \cdot 0,41 \cdot x^{0,5241}$$

Con  $x$  diametro esterno dei cavi,  $I$  la corrente transitante.

Nel caso di cabine secondarie di tipo box la DPA, intesa distanza da ciascuna parete esterna, può essere calcolata simulando una linea trifase con cavi paralleli percorsa dalla corrente nominale in uscita dal trasformatore ( $I$ ) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale del cavo ( $x$ ), oppure per la stima della DPA attorno alla cabina di sottocampo si può far riferimento alla Tabella che lega diametro dei cavi, tipologia di trasformatore, corrente.

**Tabella 1. Calcolo speditivo della DPA di cabina elettrica**

Diametro dei cavi (m)	Tipologia trasformatore (kVA)	Corrente (A)	Dpa (m)
0.010	250	361	1
	400	578	1
	630	909	1.5
0.012	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.014	250	361	1
	400	578	1.5
	630	909	1.5
0.018	250	947	1.5
	400	1.199	1.5
	630	1.503	2
0.022	250	361	1.5
	400	578	1.5
	630	909	2
0.027	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5
0.035	250	361	1.5
	400	578	2
	630	909	2.5

Nel caso in oggetto si è seguita la metodologia individuata per il calcolo della DPA con formula semplificata.

**Tabella 2. Calcolo della DPA di cabina elettrica**

CARATTERISTICHE	UNITÀ	VALORE
Potenza nominale	MVA	2.8
Corrente alla cabina di sottocampo (sovrastima cautelativa)	A	7800
Diametro ipotizzato dei cavi	mm	100
<b>DPA calcolata</b>	<b>m</b>	<b>11</b>

Il calcolo restituisce una DPA pari ad una distanza di circa **11 metri** attorno ad ogni cabina di sottocampo.



## 6.2 Cavidotto di allacciamento alla rete Terna

Come già descritto, il cavidotto rappresenta l'elemento di maggior significatività di impatto in quanto si sviluppa al di fuori dell'impianto, anche lungo infrastrutture viarie interessate da agglomerati abitativi. Per il calcolo sarà considerata la configurazione maggiormente cautelativa, ossia quella corrispondente ad una maggiore vicinanza dei cavi al piano campagna. Suddetta configurazione può essere così riassunta:

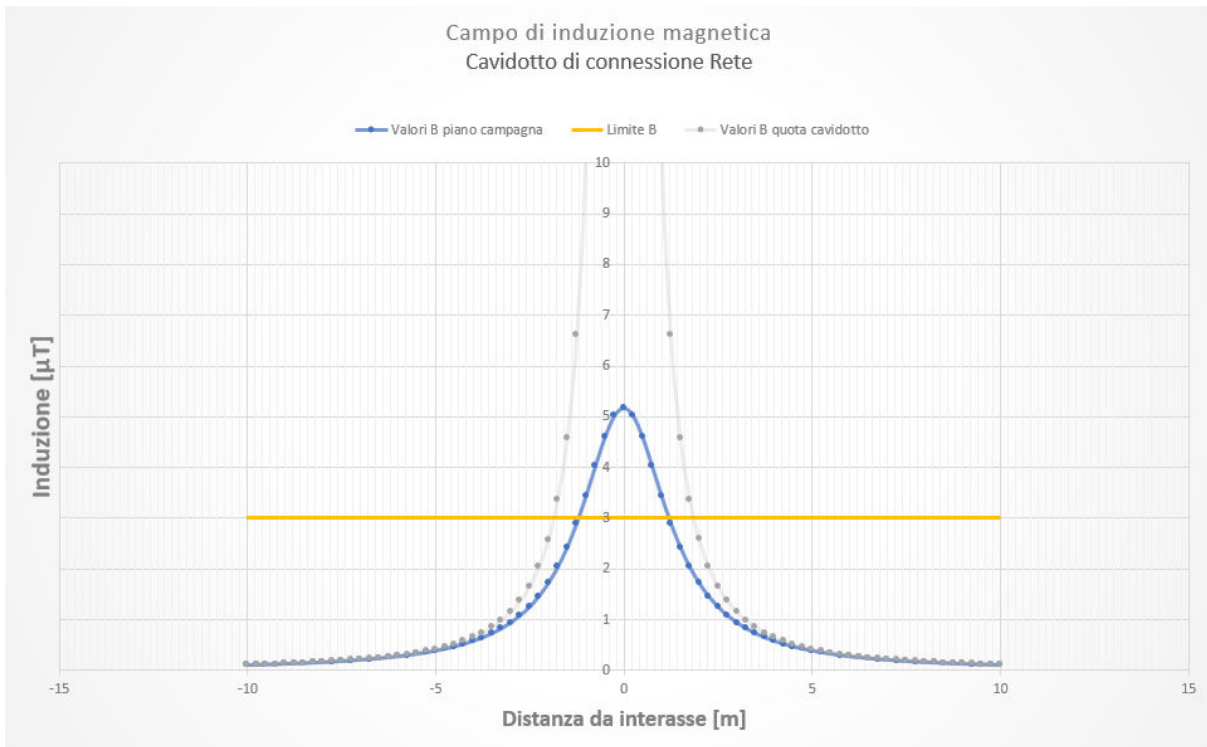
**Tabella 3. Caratteristiche geometriche principali del cavidotto**

CAVO FASE	QUOTA DA PIANO CAMPAGNA (cm)	DISTANZA DA INTERASSE LINEA (cm)	DIAMETRO (mm)
L1	-130	0	40
L2	-147	10	40
L3	-147	-10	40

La corrente trasportata da ogni singola fase è data dalla formula:

$$I = \frac{P}{V\sqrt{3}} = \frac{68 \cdot 10^6 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 132 \cdot 10^3 \text{ V}} = 297 \text{ A}$$

Si riporta nel grafico successivo l'andamento del campo di induzione magnetica rispettivamente alla quota del piano campagna (curva azzurra) e alla quota baricentrica del cavidotto (linea grigia). Il calcolo della DPA indica il rispetto del limite normativo di 3  $\mu\text{T}$  già a distanze superiori 2.3 metri; tale valore di fascia è stato incrementato di un fattore 1.5 (approssimando per eccesso al metro) per considerare eventuali cambi di direzione. I risultati mostrano che la DPA possa essere sovrastimata a **3.5 metri** dall'interasse.



**Figura 15. Calcolo del campo di induzione per cavidotto di allacciamento alla rete TERNA**

## 7. Conclusioni

Nella presente relazione tecnica, redatta su richiesta dal gruppo Edison S.p.A., sono stati illustrati i metodi di valutazione e i relativi risultati in merito all'analisi dell'impatto elettromagnetico generato da un impianto di produzione elettrica da fonte fotovoltaica che sarà ubicato nel Comune di Collesalveti località Grecciano, in provincia di Livorno. Suddetto impianto avrà una potenza installata di circa 68 MWp, distribuiti su un numero di moduli pari a circa 95000.

Nel documento sono illustrate le caratteristiche elettriche e meccaniche dei cavi MT e AT ai fini della determinazione degli andamenti dei campi elettrici e magnetici e delle relative fasce di rispetto, con particolare riferimento al calcolo delle distanze di prima approssimazione (DPA) secondo il modello di calcolo previsto dal DM 29/05/2008 e il calcolo condotto sulla base della corrente concatenata.

I risultati ottenuti mostrano la piena conformità dell'intervento previsto con le caratteristiche specifiche del sito, dal momento che non si segnalano fabbricati a distanze inferiori a quella di prima approssimazione.

Firenze, 19 dicembre 2023

**Il Tecnico incaricato**

Prof. Luca Alfinito

Fisico Specialista - Ingegnere Civile e Amb. iunior

