

00	Novembre 2023	PRIMA EMISSIONE	D. Cavallo	M. Cutini	F. Fellin
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO



**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA**  
**Provincia di Udine**  
 COMUNI DI PREMARIACCO E REMANZACCO



PROGETTO:

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO “FRIULI 02”**  
 da 39,3 MW<sub>p</sub> di potenza nominale  
 PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)  
 Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101 - PEC r2r.arn@pec.a2.eu

PROGETTISTA:



OGGETTO DELL'ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA GENERALE**

N° ELABORATO				CODIFICA COMMITTENTE
1				R01

ID ELABORATO: PVFRL02\_R01\_Relazione descrittiva generale\_Rev.0

Questo elaborato è di proprietà di R2R S.r.l. ed è protetto a termini di legge



## INDICE

1	INTRODUZIONE .....	4
2	DATI GENERALI.....	5
2.1	Dati del Proponente .....	5
2.2	Località di realizzazione dell'intervento.....	5
2.3	Destinazione d'uso .....	5
2.4	Dati catastali.....	6
2.5	Connessione .....	6
3	DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA .....	8
3.1	Sviluppi internazionali per il fotovoltaico.....	8
4	RISPARMIO EMISSIONI E PRODUZIONE IMPIANTO.....	10
4.1	RISPARMIO DI COMBUSTIBILE.....	10
4.2	EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA DI SOSTANZE NOCIVE .....	10
4.3	STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	10
5	VALUTAZIONE DEL RITORNO ENERGETICO SULL'INVESTIMENTO .....	14
5.1	INQUADRAMENTO .....	14
5.2	VALUTAZIONE SPECIFICA DELL'EROEI .....	16
6	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO .....	17
6.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE .....	17
6.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	19
6.3	RISCHIO SISMICO.....	24
6.4	PRG COMUNE DI REMANZACCO .....	25
6.5	PRG COMUNE DI PREMARIACCO .....	28
7	DESCRIZIONE GENERALE.....	31
8	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	33
9	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	34
9.1	MODULI FOTOVOLTAICI .....	34
9.2	STRUTTURE DI SUPPORTO .....	36
9.2.1	Montaggio rapido.....	38
9.2.2	Massima durata.....	39
9.3	COLLEGAMENTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI.....	39
9.4	CABINE DI CONVERSIONE INVERTER .....	39
9.5	CABINE SERVIZI AUSILIARI .....	41
9.6	CABINE MT .....	42
9.7	CAVI.....	44
9.7.1	Cavi solari di stringa.....	44

9.7.2	Cavi solari DC .....	44
9.7.3	Cavi alimentazione trackers .....	45
9.7.4	Cavi Dati.....	45
9.7.5	Cavi MT .....	45
9.8	RETE DI TERRA .....	47
9.9	MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA .....	47
9.9.1	Protezione contro il corto circuito.....	47
9.9.2	Misure di protezione contro i contatti diretti .....	47
9.9.3	Misure di protezione contro i contatti indiretti.....	47
9.9.4	Misure di protezione dalle scariche atmosferiche.....	47
9.10	SISTEMI AUSILIARI .....	48
9.10.1	Sistema di sicurezza e sorveglianza .....	48
9.10.2	Sistema di monitoraggio e controllo .....	48
9.10.3	Sistema di illuminazione e forza motrice.....	49
9.11	CONNESSIONE ALLA RTN.....	49
10	REALIZZAZIONE IMPIANTO .....	50
10.1	RECINZIONE .....	50
10.2	VIABILITÀ INTERNA A CARATTERE AGRICOLO .....	51
10.3	MITIGAZIONE PERIMETRALE.....	52
10.4	ELETTRODOTTI .....	54
10.5	TRASPORTO DI MATERIALI.....	56
10.6	USO DI RISORSE .....	56
11	INTERFERENZE cavi interrati.....	57
12	FASI E TEMPI DI ESECUZIONE.....	60
13	MANUTENZIONE.....	60
14	ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE .....	61
14.1	RICADUTE SOCIALI.....	61
14.2	RICADUTE OCCUPAZIONALI .....	61
14.3	RICADUTE ECONOMICHE .....	62
15	TERMINOLOGIA.....	63
16	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	65

## 1 INTRODUZIONE

R2R S.r.l. (di seguito anche la “**Società**”), con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, è una società appartenente al Gruppo A2A., multiutility italiana che fornisce servizi essenziali nei settori ambiente, acqua ed energia, per rispondere alle esigenze degli stili di vita contemporanei, nel rispetto di una sostenibilità di lungo periodo. Per quanto riguarda il settore energia, A2A copre tutta la catena del valore, operando nella generazione, vendita e distribuzione dell’energia elettrica.

A2A è in grado di soddisfare tutte le esigenze energetiche con flessibilità ed efficienza, grazie alla diversificazione delle fonti, alle tecnologie utilizzate e alla distribuzione geografica dei suoi impianti.

A2A con importanti investimenti sta sviluppando la produzione di energia da fonti rinnovabili, per contribuire concretamente alla lotta al cambiamento climatico.

A2A mira ad essere protagonista nel processo di decarbonizzazione del Paese; infatti, nel gennaio 2022 ha presentato agli azionisti l’aggiornamento del proprio piano industriale 2021-2030, che prevede investimenti di circa 11 miliardi di euro per la Transizione Energetica e una potenza complessiva installata di impianti FER (considerando anche gli impianti idroelettrici) che passerà dagli attuali 2,5 GW a quasi 6 GW al 2030, corrispondenti ad una produzione annua di energia verde di circa 12 TWh.

A supporto della transizione energetica, nel periodo 2021-2022, sono stati acquisiti portafogli di impianti sia eolici che fotovoltaici, che hanno portato la potenza installata al 2023 con queste tecnologie a circa 600 MW, permettendo al Gruppo di consolidare la posizione di secondo operatore nazionale nelle rinnovabili.

A fine dicembre 2021, dalla partnership industriale con Volta Green Energy, è nata R2R, piattaforma italiana dedicata allo sviluppo e alla costruzione di nuovi impianti eolici e fotovoltaici, costituita da professionisti con esperienza più che decennale in questo settore. R2R lo scorso luglio ha completato i lavori per la messa in esercizio di un impianto eolico in Sicilia della potenza di 30 MW. Inoltre, stanno iniziando i lavori di realizzazione di due impianti fotovoltaici sempre in Sicilia, già autorizzati a R2R, per una potenza complessiva di circa di 20 MW e di un impianto fotovoltaico in Friuli, anche questo già autorizzato a R2R, per una potenza di circa 60 MW. Infine, ad ottobre di quest’anno, R2R ha ottenuto l’autorizzazione alla costruzione e all’esercizio di un nuovo un impianto eolico in Basilicata della potenza di quasi 30 MW, i cui lavori inizieranno nel 2024.

Per quanto riguarda l’iniziativa descritta nel presente elaborato, R2R ha in progetto la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico e delle relative opere e infrastrutture connesse avente una potenza nominale complessiva di 39,3 MWDC, denominato “Friuli 02”, sito nel territorio dei Comuni di Premariacco e Remanzacco, in provincia di Udine (di seguito anche il “Parco Fotovoltaico”).

Secondo quanto previsto dal preventivo prot. TERNA P20200035076, relativo alla connessione del Parco Fotovoltaico Friuli 2, Codice Pratica 202000378, rilasciato da Terna S.p.A. in data 11/06/2020 e accettato dalla Società in data 07/10/2020, l’impianto si collegherà, tramite degli elettrodotti interrati previsti in gran parte su strade pubbliche, e per brevi tratti all’interno di proprietà private, alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per l’immissione dell’energia elettrica prodotta attraverso una sottostazione utente di trasformazione e consegna (di seguito anche “SSEU”), prevista nel Comune di Remanzacco, da collegare in antenna a 132 kV con la sezione 132 kV della già esistente Stazione Elettrica (SE) RTN 220/132 kV denominata “Udine Nord Est”.

L’area interessata dal Parco Fotovoltaico ricade su una superficie catastale complessiva di circa 62

ettari, dei quali 48 recintati per l'impianto. Il territorio è caratterizzato da una morfologia pressoché pianeggiante, l'area d'impianto è posta all'incirca tra le quote 95 e 105 m s.l.m.

L'impianto sarà costituito da pannelli fotovoltaici ad alto rendimento che permetteranno di ottenere una produzione annua netta stimata di energia elettrica di circa 61,15 GWh/anno, pari al consumo medio annuo di energia elettrica di 24.500 famiglie.

Il ricorso alla produzione di energia da fonte rinnovabile, quale quella fotovoltaica, costituisce una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera provocate dalla produzione di energia elettrica mediante processi termici. Questo progetto apporterà infatti importanti benefici ambientali sia in termini di mancate emissioni di inquinanti che di risparmio di combustibile: l'impianto consentirà di evitare l'emissione di circa 27.176 t/anno di anidride carbonica. Il bilancio sull'ambiente sarà pertanto nettamente positivo.

## 2 DATI GENERALI

### 2.1 Dati del Proponente

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	R2R S.R.L.
Indirizzo sede legale	Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)
Codice Fiscale/Partita IVA	02650930221
Capitale Sociale	10.000,00 €
PEC	<a href="mailto:r2r.arn@pec.a2a.eu">r2r.arn@pec.a2a.eu</a>

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

### 2.2 Località di realizzazione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente progetto è suddiviso in due blocchi, localizzati rispettivamente nel comune di Remanzacco (UD), Blocco Remanzacco, e nel comune di Premariacco (UD), Blocco Premariacco, all'interno del quale si distinguono due aree impianto: l'Area A e l'Area B.

L'elettrodotto MT 30 kV relativo alle tre aree di impianto interessa entrambi i comuni di Premariacco e Remanzacco (UD).

### 2.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

## 2.4 Dati catastali

I terreni interessati dall'intervento per quanto riguarda le aree di impianto, così come individuati da catasto dei comuni interessati, sono:

- Blocco Premariacco Area A:  
Comune di Premariacco (UD) FG 19 particelle 29, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 65, 66, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 84, 85, 86
- Blocco Premariacco Area B:  
Comune di Premariacco FG 11 particella 213
- Blocco Remanzacco:  
Comune di Remanzacco (UD) FG 12 particelle 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 90, 91, 92, 93, 98, 131, 150, 258

L'area della stazione utente interesserà invece i seguenti terreni, così come individuati da catasto del comune di Remanzacco (UD):

- FG 12 particella 104

Tutti i terreni su cui saranno installati i moduli fotovoltaici e realizzate le infrastrutture necessarie, risultano di proprietà privata e corrispondono a terreni ad uso prevalentemente agricolo.

Luogo di installazione	Comuni di Premariacco e Remanzacco (UD)	
Potenza di Picco (kWp)	39.312 kWp	
Potenza in immissione AC	35.500 kW	
Informazioni generali del sito	Sito pianeggiante ben raggiungibile da strade statali/provinciali/comunali	
Tipo di strutture di sostegno	Inseguitore monoassiale	
Coordinate blocco Premariacco A	Latitudine	46° 2' 42.50"N
	Longitudine	13° 20' 37.71"E
Coordinate blocco Premariacco B	Latitudine	46° 2' 52.66"N
	Longitudine	13° 20' 49.61"E
Coordinate blocco Remanzacco	Latitudine	46° 5' 12.86"N
	Longitudine	13° 18' 2.12"E
Coordinate Stazione Utente 132 kV	Latitudine	46° 4' 54.89"N
	Longitudine	13° 18' 8.73"E

Tabella 2-2 – Dati impianto

## 2.5 Connessione

La Società VOLTA GREEN ENERGY S.R.L. ha presentato a Terna S.p.A. ("il Gestore"), in data 02/03/2020, la richiesta di connessione alla RTN. Alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202000378.

Il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG) in data 11/06/2020 successivamente accettata in data 07/10/2020.

Tale STMG, insieme a tutta la pratica di connessione, è poi stata positivamente volturata alla società R2R S.R.L. in data 25 Febbraio 2022.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 132 kV con la sezione 132 kV della Stazione Elettrica (SE) RTN 220/132 kV denominata "Udine Nord Est".

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il Gestore ha proposto inoltre di condividere lo stallo RTN 132 kV nella stazione SE Udine Nord Est con altri impianti di produzione.

La stazione utente di impianto e il nuovo elettrodotto in antenna a 132 kV per il collegamento della stessa alla SE Udine Nord Est costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

### 3 DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA

Il sole è un'inesauribile fonte di energia che, grazie alle moderne tecnologie, viene utilizzata in maniera sempre più efficiente; le celle fotovoltaiche, infatti, permettono di generare elettricità direttamente dal sole.

Il fotovoltaico è una tecnologia decisamente compatibile con l'ambiente che determina una serie di benefici qui di seguito riassunti:

- assenza di generazione di emissioni inquinanti;
- assenza di rumore;
- non utilizzo di risorse legate al futuro del territorio;
- creazione di una coscienza comune verso un futuro ecologicamente sostenibile.

La promozione e la realizzazione di centrali di produzione elettrica da fonti rinnovabili trova come primo contributo sociale da considerare quello della tutela dell'ambiente e del territorio che si ripercuote a beneficio della salute dell'uomo.

Il contributo ambientale conseguente dalla promozione dell'intervento in questione si può definire secondo due parametri principali:

- Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive.
- Risparmio di combustibile;

Relativamente ai vantaggi territoriali:

- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

#### 3.1 Sviluppi internazionali per il fotovoltaico

La produzione di energia rinnovabile è una delle sfide principali della società moderna e di quella futura ed il fotovoltaico rappresenta oggi la soluzione più semplice ed economica per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Negli ultimi anni, infatti, l'ONU, l'Unione Europea e le principali agenzie internazionali che ricoprono un ruolo fondamentale in materia ambientale si sono occupate, con particolare attenzione, delle problematiche riguardanti la produzione di energie rinnovabili.

A livello internazionale, nel settembre del 2015, l'ONU ha adottato un Piano mondiale per la sostenibilità denominato Agenda 2030 che prevede 17 linee d'azione, tra le quali è presente anche lo sviluppo di impianti fotovoltaici per la produzione di energia rinnovabile.

L'Unione Europea ha poi recepito immediatamente l'Agenda 2030, obbligando gli Stati membri ad adeguarsi a quanto stabilito dall'ONU.

A livello nazionale, il 10 novembre 2017, è stata approvata la SEN (Strategia Energetica Nazionale) fino al 2030. Questa contiene obiettivi più ambiziosi rispetto a quelli dell'agenda ONU 2030, in particolare:

- la produzione di 30 GW di nuovo fotovoltaico;
- la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- lo sviluppo di tecnologie innovative per la sostenibilità.

A livello europeo, invece, l'art. 194 del Trattato sul funzionamento dell'Unione Europea prevede che l'Unione debba promuovere lo sviluppo di energie nuove e rinnovabili per meglio allineare e integrare gli obiettivi in materia di cambiamenti climatici nel nuovo assetto del mercato.

Nel 2018 è entrata in vigore la direttiva riveduta sulle energie rinnovabili (Direttiva UE/2018/2001), nel quadro del pacchetto «Energia pulita per tutti gli europei», inteso a far sì che l'Unione Europea sia il principale leader in materia di fonti energetiche rinnovabili e, più in generale, ad aiutare l'UE a rispettare i propri obiettivi di riduzione di emissioni ai sensi dell'accordo di Parigi.

La nuova direttiva stabilisce un nuovo obiettivo in termini di energie rinnovabili per il 2030, che deve essere pari ad almeno il 32% dei consumi energetici finali, con una clausola su una possibile revisione al rialzo entro il 2023. Gli Stati membri potranno proporre i propri obiettivi energetici nazionali nei piani nazionali decennali per l'energia e il clima.

A livello nazionale, nel 2020, il Ministero dello Sviluppo Economico (MISE), ha adottato il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), che rappresenta uno strumento fondamentale per far volgere la politica energetica e ambientale del nostro Paese verso la decarbonizzazione.

Come definito dal decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche decreto legislativo n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Più nel dettaglio, il PNIEC prevede che in Italia per raggiungere gli obiettivi prefissati si dovrebbero installare circa 50 GW, aggiuntivi rispetto agli attuali, di impianti fotovoltaici entro il 2030, con una media di circa 6 GW all'anno e, considerando che l'attuale potenza installata annualmente è inferiore ad 3 GW, è chiaro che è necessario trovare soluzioni alternative per accelerare il passo.

Alla luce di quanto sopra detto, nel caso di quelli che fino ad oggi erano considerati "impianti fotovoltaici a terra", è evidente che l'occupazione di suoli agricoli è inevitabile per raggiungere gli ambiziosi obiettivi comunitari imposti.

È doveroso ricordare, inoltre, che per gli impianti fotovoltaici a terra su suolo agricolo non sussistono più supporti pubblici alla produzione di energia ma il costo per unità di potenza installata è sensibilmente diminuito. Questo fattore può essere considerato come la maggiore spinta verso l'installazione di nuovi impianti.

## 4 RISPARMIO EMISSIONI E PRODUZIONE IMPIANTO

### 4.1 RISPARMIO DI COMBUSTIBILE

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Dato il parametro dell'energia prodotta indicata al paragrafo 4.3, il contributo al risparmio di combustibile relativo all'impianto fotovoltaico in questione può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Risparmio di combustibile	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	11.435,29
<b>TEP risparmiate in 25 anni</b>	<b>285.882,20</b>

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### 4.2 EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA DI SOSTANZE NOCIVE

L'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Dato il parametro dell'energia prodotta, il contributo alle emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive, relativo all'impianto in oggetto, può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri (PM <sub>10</sub> )
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	444,4	0.058	0.218	0.003
Emissioni evitate in un anno [ton]	27.175,63	3,57	13,35	0,18
<b>Emissioni evitate in 25 anni [ton]</b>	<b>679.390,72</b>	<b>89,28</b>	<b>333,86</b>	<b>4,45</b>

Fonte dati: Rapporto ISPRA 317/2020 tabelle 2.3 e 2.15

### 4.3 STIMA PRODUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

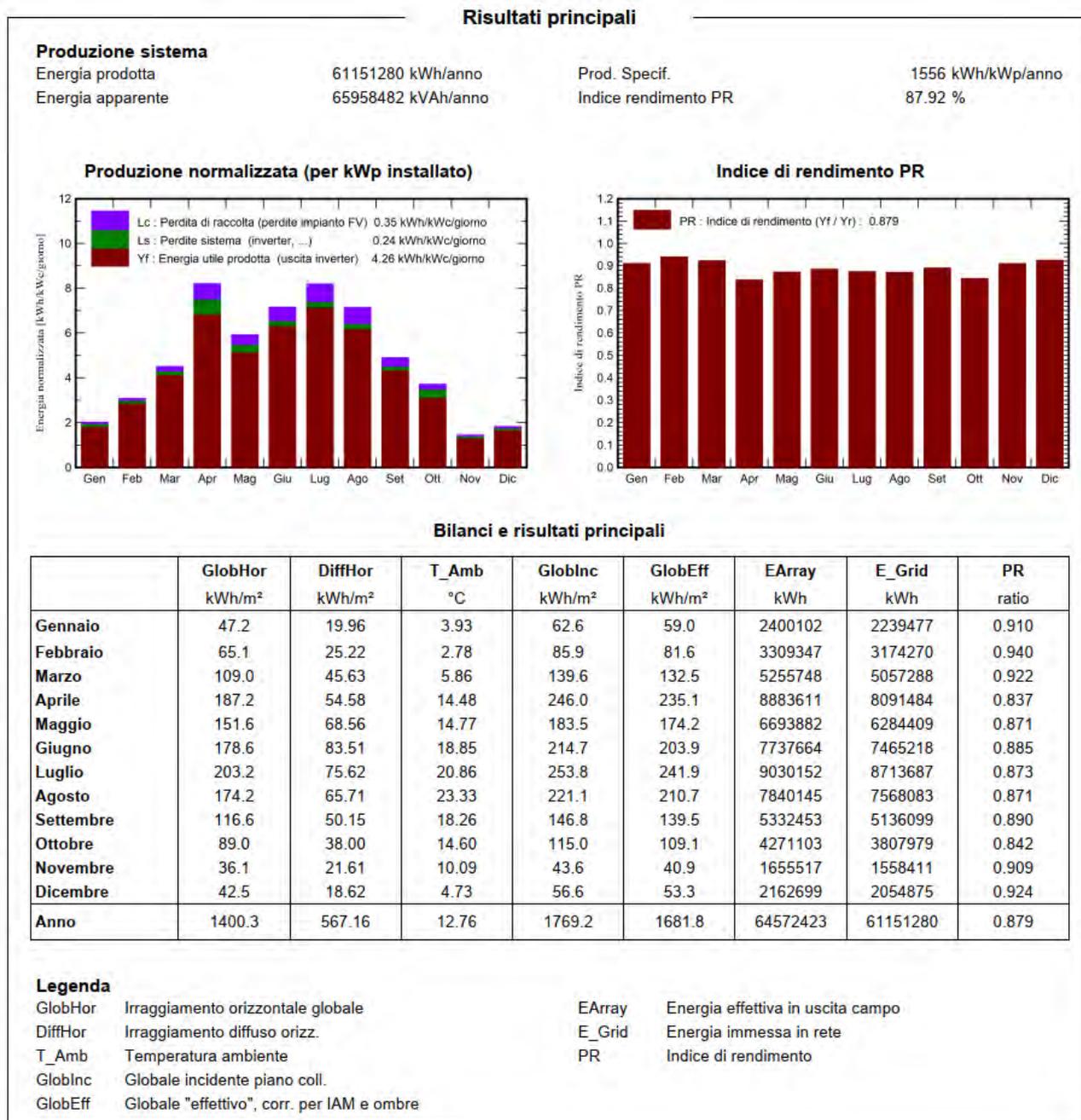
L'impianto, come detto, sarà installato nei comuni di Premariacco e Remanzacco e (UD) nelle aree identificate dalle coordinate baricentriche identificate nel precedente paragrafo 2.4.

Nella località di progetto si può considerare un irraggiamento medio annuo su superficie del modulo fotovoltaico installato su tracker di circa 1.681,8 kWh/m<sup>2</sup>.

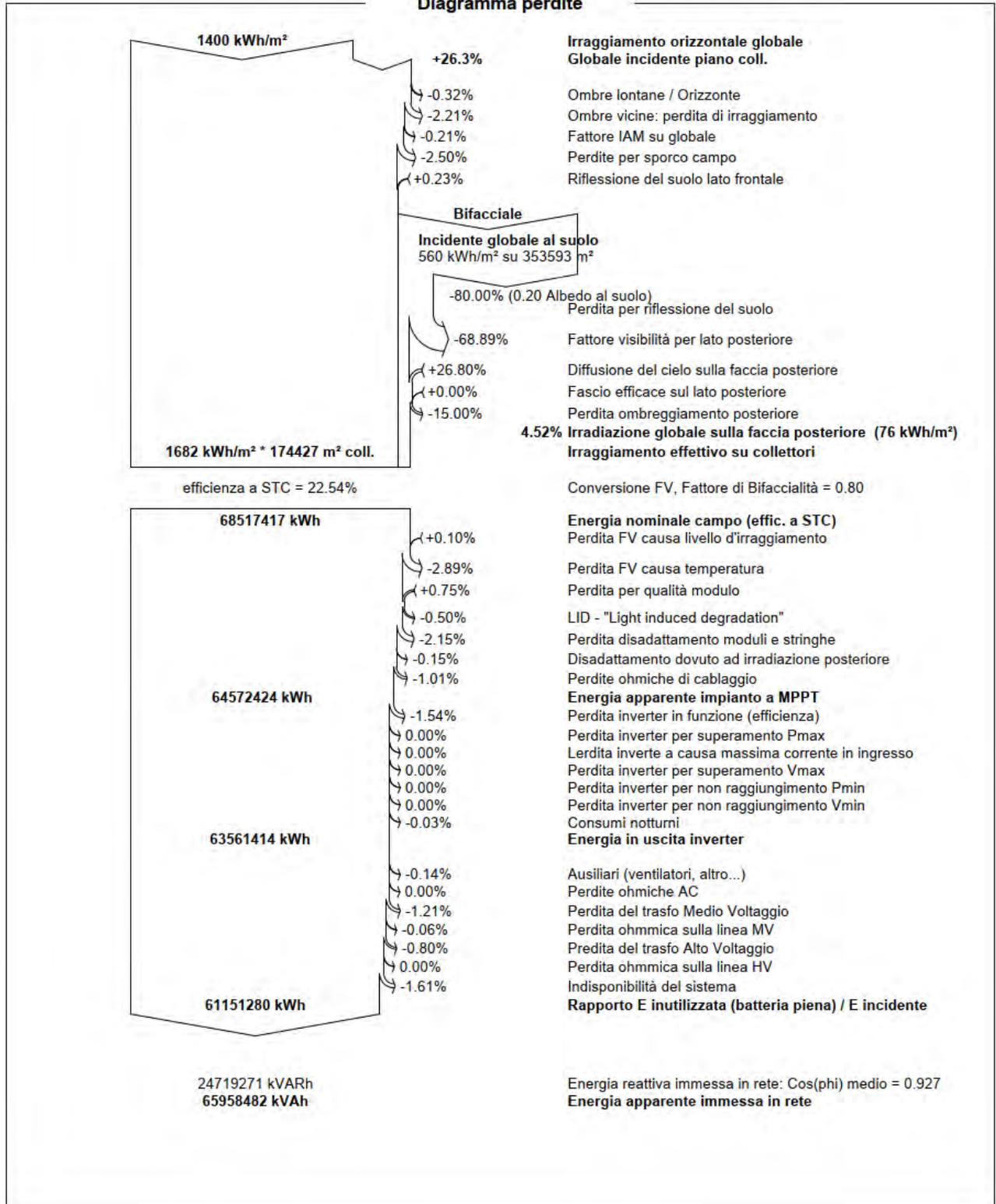
La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1.000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$PSTC = P_{MODULO} \times N^{\circ}MODULI = 630 \times 62.400 = 39.312.000 \text{ Wp}$$

Di seguito estratto con i risultati del rapporto relativo alla simulazione della producibilità del sito, allegato alla documentazione del presente progetto:



**Diagramma perdite**



**Valutazione P50-P90**

**Dati meteo**

Fonte	PVGIS api TMY
Tipo	TMY, multi anno
Differenza da anno in anno (Varianza)	4.6 %
<b>Deviazione Standard</b>	
Cambiamento Climatico	0.0 %

**Variabilità globale**

Variabilità (Somma quadratica media)	4.9 %
--------------------------------------	-------

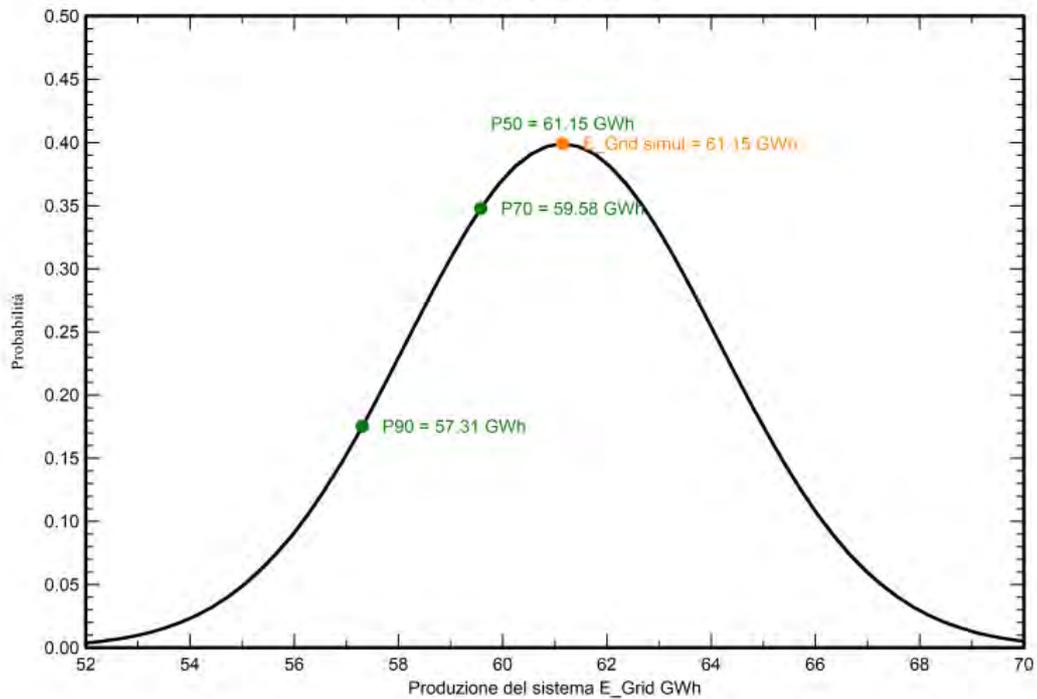
**Incertezze dei parametri e simulazione**

settaggio parametri modulo FV	1.0 %
Incertezza nella stima efficienza inverter	0.5 %
Incertezze di disadattamento e sporcizia	1.0 %
Incertezza nella stima del degrado	1.0 %

**Valore di probabilità associato alla produzione**

Variabilità	3.00 GWh
P50	61.15 GWh
P90	57.31 GWh
P70	59.58 GWh

**Distribuzione di probabilità**



## 5 VALUTAZIONE DEL RITORNO ENERGETICO SULL'INVESTIMENTO

### 5.1 INQUADRAMENTO

L'utilizzo delle fonti di energia ha un costo; per valutare l'efficienza e la sostenibilità dell'investimento occorre procedere ad un confronto pesato fra costi e benefici. In tal senso, è stato da tempo introdotto un criterio di valutazione basato sulle quantità di energia spese per la realizzazione e ricavate dal funzionamento di un impianto, sintetizzato con il coefficiente EROEI (Energy Returned On Energy Invested) o EROI (Energy Returned On Investment). In italiano, si parla di **Ritorno energetico dell'investimento**.

L'EROEI è dunque il rapporto fra l'energia che un impianto è in grado di produrre durante la sua vita attiva e l'energia necessaria per costruirlo, alimentarlo, mantenerlo ed infine smantellarlo. In formula l'indice risulta il seguente:

$$\text{EROEI} = \frac{\text{energia prodotta}}{\text{energia spesa}}$$

Un valore di EROEI pari a 10 indica che per ogni unità di energia spesa nella produzione si ottengono 10 unità di energia prodotta. Un investimento energetico è valido in generale quando l'energia che viene prodotta da quell'impianto durante la sua vita attiva è superiore a quella spesa per realizzarlo e farlo funzionare. La convenienza energetica si ha quindi solo per valori di EROEI > 1.

Il calcolo dell'indice EROEI non è semplice e le valutazioni possono essere discordanti, tuttavia costituisce un riferimento importante. L'incertezza nei risultati dipende dalla complessità e dalla variabilità dei fattori energetici.

Il calcolo rigoroso è basato sull'analisi del ciclo di vita dell'impianto, che fa riferimento agli standard ISO per quanto riguarda l'individuazione dei criteri. Il ciclo di vita comprende l'energia necessaria per:

- estrarre, trasportare e trasformare i minerali e le materie prime
- produrre i componenti
- costruire e realizzare l'impianto in loco
- rifornire e mantenere l'impianto
- smantellare l'impianto a fine vita

è da sottolineare che l'incertezza e la variabilità dei dati in ingresso in tali valutazioni sono molto elevate e dipendenti dalle tecnologie e l'organizzazione dei singoli produttori e gestori dei vari impianti e dalle dimensioni degli stessi.

Di seguito si riporta una tabella di letteratura che riassume le valutazioni massime e minime dell'EROEI per i principali vettori e fonti energetiche:

Fonte primaria o secondaria	EROEI	
	Minimo	Massimo
<b>Fonti energetiche esauribili</b>		
Petrolio	5	15
Metano	8	20
Carbone	2	17
Nucleare	1	20
Sabbia bituminosa	1	1,5
<b>Fonti energetiche rinnovabili</b>		
Idroelettrico	30	100
Eolico	10	80
Geotermico	2	13
Fotovoltaico	3	60
Solare termico	30	200
Solare termodinamico	10	20
Biomasse solide	3	27
Impianti biogas	10	20
Energie dalle onde, dalle maree e correnti marine	2	10
Risparmio energetico	2	300
<b>Vettori energetici rinnovabili</b>		
Gassificazione biomassa	2	10
Bioetanolo da cereali-barbabietole-leguminose	1	5
Bioetanolo da canna da zucchero	3	8
Bioetanolo da cellulosa	2	7
Bioetanolo da gassificazione	2	6
Olio vegetale da oleaginose	3	6
Biodiesel	3	5
Olio da microalghe	5	10

Fonte: [www.energoclub.org](http://www.energoclub.org)

Tabella 5-1 – Valutazioni massime e minime EROEI

Nel calcolo dell'EROEI non è conteggiato il contenuto energetico della fonte primaria, che sia quello del petrolio o della radiazione solare; questo penalizza nel confronto le fonti rinnovabili perché non tiene conto del fatto che sono "gratuite": l'energia non utilizzata viene dissipata senza produrre costo energetico o monetario.

È stato proposto da tempo l'uso di un indice EROEI globale, valido per confrontare la convenienza di un investimento energetico tra fonti esauribili e fonti rinnovabili (FER); si è visto che l'applicazione di questo tipo di valutazione porterebbe ad avere un parametro globale sempre >1 per le FER e sempre <1 per le fonti esauribili, ovvero:

- circa 0,4 per la generazione elettrica con combustibili fossili
- 0,8 per produrre carburanti dal petrolio

- - 0,8-0,9 per produrre energia termica da un combustibile tradizionale

## 5.2 VALUTAZIONE SPECIFICA DELL'EROEI

La valutazione dell'energia prodotta è esplicitata nella relazione "PVFRL02\_R05\_Rapporto di producibilità" ed ha portato ad un valore pari a 61,151 GWh/a di energia immessa in rete.

Il valore dell'energia spesa per la realizzazione dell'impianto può essere invece valutato in base alle informazioni tecniche messe a disposizione dai principali fornitori di fiducia del Proponente<sup>1</sup> e da dati relativi ad altri impianti simili, da cui risulta un consumo energetico pari a 2,7 MWh per ogni kWp installato. Detto valore comprende l'energia per: costruzione di tutti i componenti dell'impianto (pannelli, tracker, inverter, componentistica, apparati elettrici, ecc.); installazioni e realizzazioni; operazioni di amministrazione, manutenzione e sicurezza; trasporti; smaltimenti.

Risulta quindi che per la realizzazione, funzionamento e dismissione dell'impianto Friuli 2, un valore approssimativo dell'indice EROEI è stimabile come sotto:

$$E_{\text{prodotta}} = 61,151 \text{ GWh/anno} \times 25 \text{ anni} = 1.529 \text{ GWh}$$

$$E_{\text{spesa}} = 2,7 \text{ MWh/kWp} \times 39.312 \text{ kWp} = 106.142 \text{ MWh} = 106.1 \text{ GWh}$$

$$\text{EROEI} = E_{\text{prodotta}} / E_{\text{spesa}} = \mathbf{14,41}$$

L'indice risulta in linea con i valori tabellati da letteratura e pertanto accettabile.

In conclusione, il ritorno dell'investimento energetico dell'impianto in progetto è da ritenersi nettamente positivo.

## 6 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

### 6.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno dei comuni di Premariacco e Remanzacco e (UD), per un'area complessiva recintata di circa 48 ettari, 40 per i blocchi Premariacco A e B e 8 per il blocco Remanzacco.

L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibile grazie ad una rete di strade di vario ordine presenti in zona.



Figura 6-1 – Inquadramento regionale

L'impianto presenta le seguenti coordinate GPS per le tre aree di impianto:

- blocco Premariacco Area A
  - Lat. 46° 2' 42.50"N - Long. 13° 20' 37.71"E
  - Altimetria media risulta essere circa 95 m s.l.m.

- blocco Premariacco Area B
  - Lat. 46° 2' 52.66"N - Long. 13° 20' 49.61"E
  - Altimetria media risulta essere circa 95 m s.l.m.
- blocco Remanzacco
  - Lat. 46° 5' 12.86"N - Long. 13° 18' 2.12"E
  - Altimetria media risulta essere circa 115 m s.l.m.

Per quanto riguarda invece le opere di connessione, site anch'esse nel comune di Remanzacco (UD), le coordinate risultano essere le seguenti:

- Lat. 46° 4' 54.89"N - Long. 13° 18' 8.73"E
- Altimetria media risulta essere circa 112 m s.l.m.

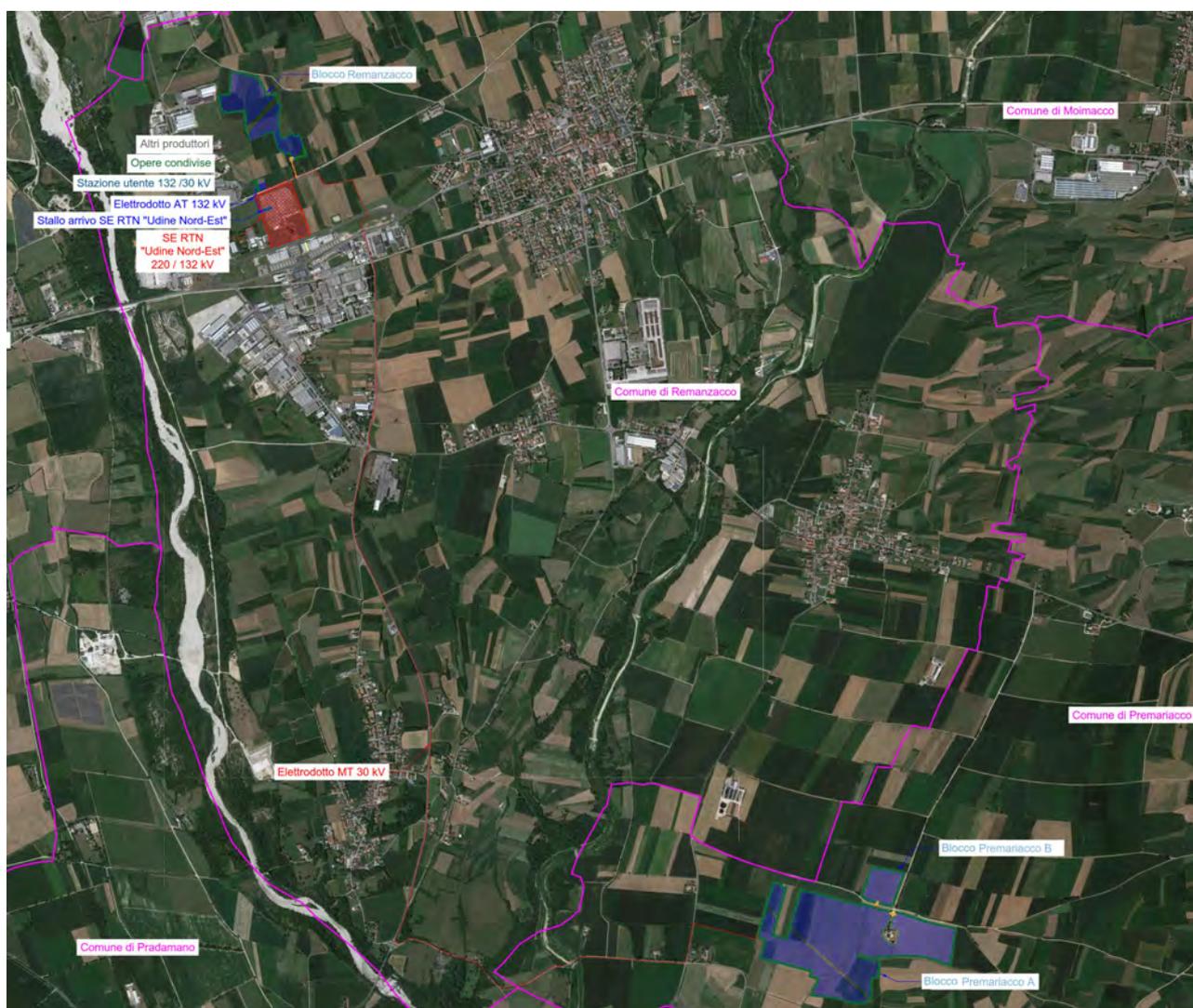


Figura 6-2 – Area impianto su ortofoto

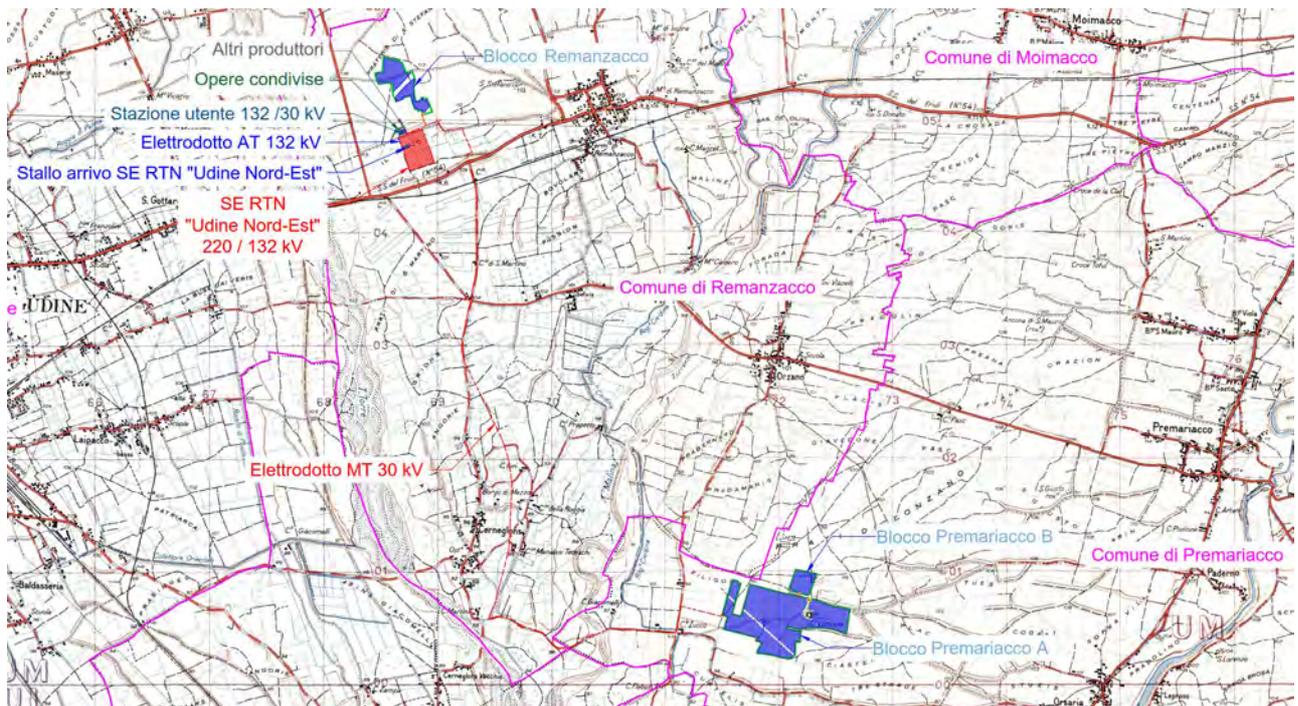


Figura 6-3 – Area impianto su IGM 1:25.000

## 6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico i seguenti contenuti sono stati estrapolati dalla *"Relazione Geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica con elementi pedologici"* trasmessa insieme al progetto definitivo alla quale si rimanda per maggiori approfondimenti.

Nel territorio regionale è possibile distinguere almeno cinque catene orografiche. Come già ricordato, l'area di interesse ricade nella zona della Pianura Friulana estesa dal piede dei rilievi prealpini fino alla linea di costa dell'Adriatico, che è divisa in alta e bassa pianura dalla *"linea delle risorgive"*.

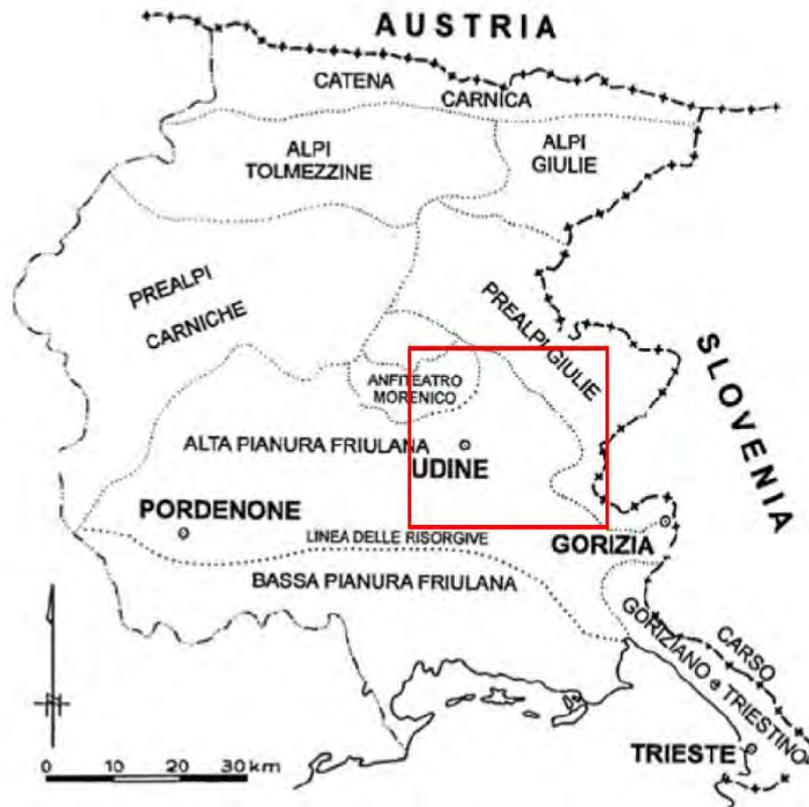


Figura 6-4 – Le unità orografiche del Friuli Venezia Giulia

La catena Sudalpina si estende in affioramento dal limite meridionale della catena Paleocarnica fino ai rilievi collinari prealpini ai margini della pianura. La catena Dinarica borda l'estremo Nordoccidentale del comune e trova la sua massima espressione nella zona del Carso.

La struttura geodinamica del territorio si ricollega alla microplacca Adria, che comprende la pianura veneta- friulana e il mare Adriatico settentrionale, soggetti all'interferenza del sistema tettonico dinarico ed alpino (Vai, 2002). Il territorio di pianura corrisponde al riempimento sedimentario di età terziaria e quaternaria nell'avampese della catena sudalpina orientale, piegata e sovrascorsa, con termini mesozoici e terziari, lungo il piede delle Prealpi Carniche, sulle formazioni calcaree giurassico-cretaciche, con lineamenti est-ovest vergenti a sud e messi in movimento a partire dal Neogene e tuttora in atto, come testimoniato dall'attività sismica registrata nella bassa pianura. Il territorio comunale è solcato da due linee di sovrascorrimento, disposte in senso NW-SE, che scorrono sul settore nordorientale.

Secondo lo studio *"Sources of Mw 5+ earthquakes in northeastern Italy and western Slovenia: an updated view based on geological and seismological evidence"*, PF. Burrato, M.E. Poli, P.Vannoli, A. Zanferrari, R. Basili, F. Galadini (2006-2007), l'area in esame è considerata non sismogenetica.

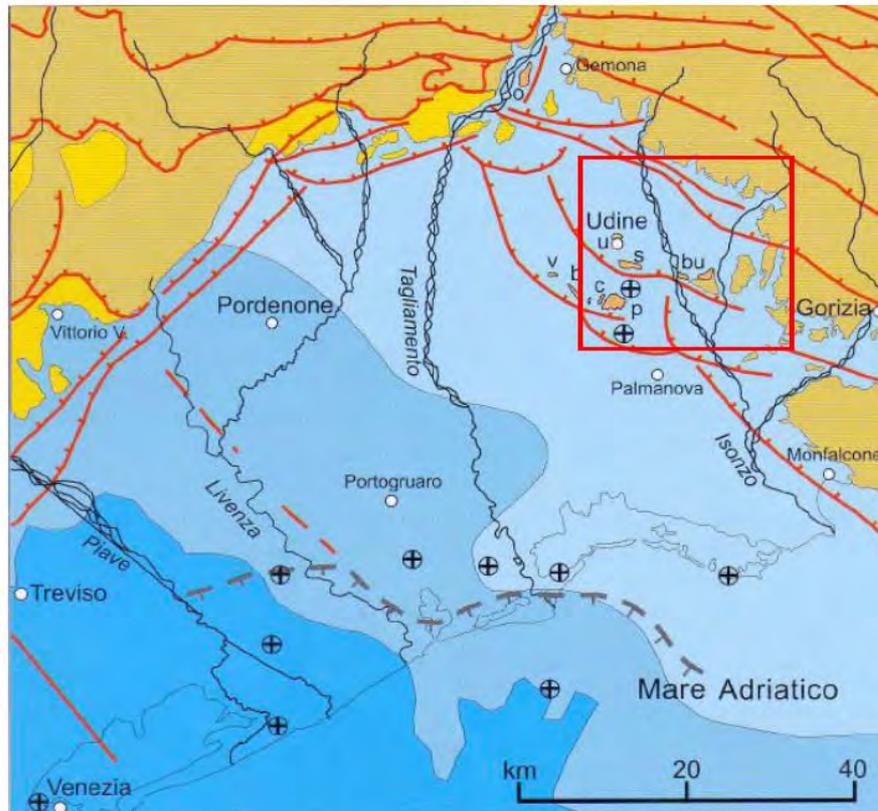


Figura 6-5 – Rappresentazione semplificata della tettonica della pianura friulana (da Regione Veneto,1990, Gasperi et al.,1997, Peruzza et al.,2002, Vai et al. ,2002)

Quindi, allo stato attuale, l'influenza delle linee di disturbo tettonico, può considerarsi non definibile, per la mancanza di evidenze geologiche dirette e/o indizi geomorfologici dovuti alla secolare antropizzazione e rimodellamento dell'area nell'intorno dei lineamenti sismici ricoperti da una potente coltre alluvionale. Il substrato prequaternario, al di sotto della coltre sedimentaria più recente, risale da oriente verso occidente, comportando una diminuzione di spessore di quest'ultima dal confine con il Veneto a Monfalcone, dove il basamento roccioso è molto prossimo alla superficie topografica.

La copertura quaternaria ha origine dai depositi prodotti dal settore centro- orientale del ghiacciaio tilaventino, trascinati a valle dalle correnti pleniglaciali del T. Torre e del T. Malina, suo tributario. Il prodotto di queste deposizioni simultanee è un conoide lievemente piegato in direzione NW-SE, e inclinazione verso il T. Malina, ad est, mentre, per effetto della posteriorità di deposizione rispetto ai rami più orientali del ghiacciaio isontino), degrada verso Udine, a sud.

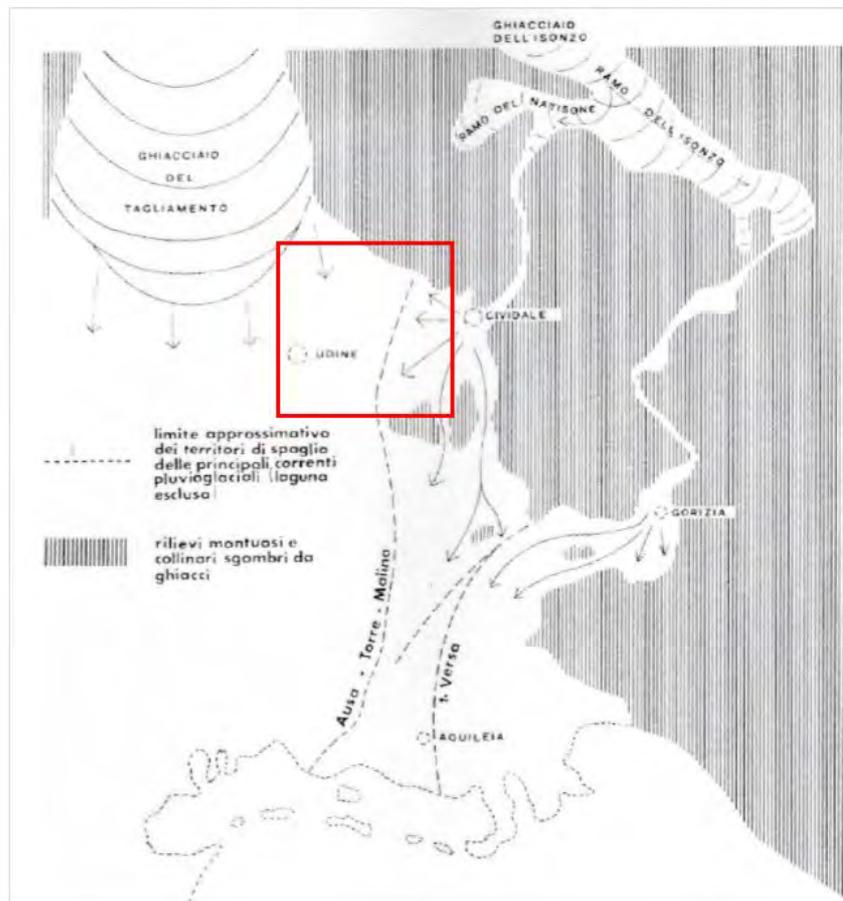


Figura 6-6 – Sistema fluvio-glaciale dell'Isonzo e del Natisone durante il Plenum Glaciale (Da A. Comel)

Nella successiva fase cataglaciale, corrispondente al ritiro del ghiacciaio, le correnti, costrette a fluire in una sezione più ristretta che consente una maggiore capacità di trasporto, incidono profondamente e terrazzano il conoide, deponendo un manto alluvionale essenzialmente ghiaioso sabbioso in diminuzione progressiva verso valle, dove lo spessore dei sedimenti raggiunge il centinaio di metri. L'affioramento residuo del complesso ghiaioso-sabbioso pleniglaciale si concentra sul settore centro meridionale, nell'intorno di Orzano, mentre da Ziracco a Remanzacco, a Selvis e, più a sud, sino a Cerneglons, l'azione terrazzante del Torre e del Malina ha prodotto i depositi cataglaciali, sabbioso-argillosi immersi in ghiaia e, successivamente rimaneggiati, a ridosso ed entro gli alvei, dalle alluvioni postglaciali ed attuali dei due sistemi idrografici. A nord di Ziracco, infine, emergono vaste plaghe postglaciali argillose e sabbioso argillose commiste a ghiaia, sfumanti, a settentrione, nei banchi argillosi pedecollinari.

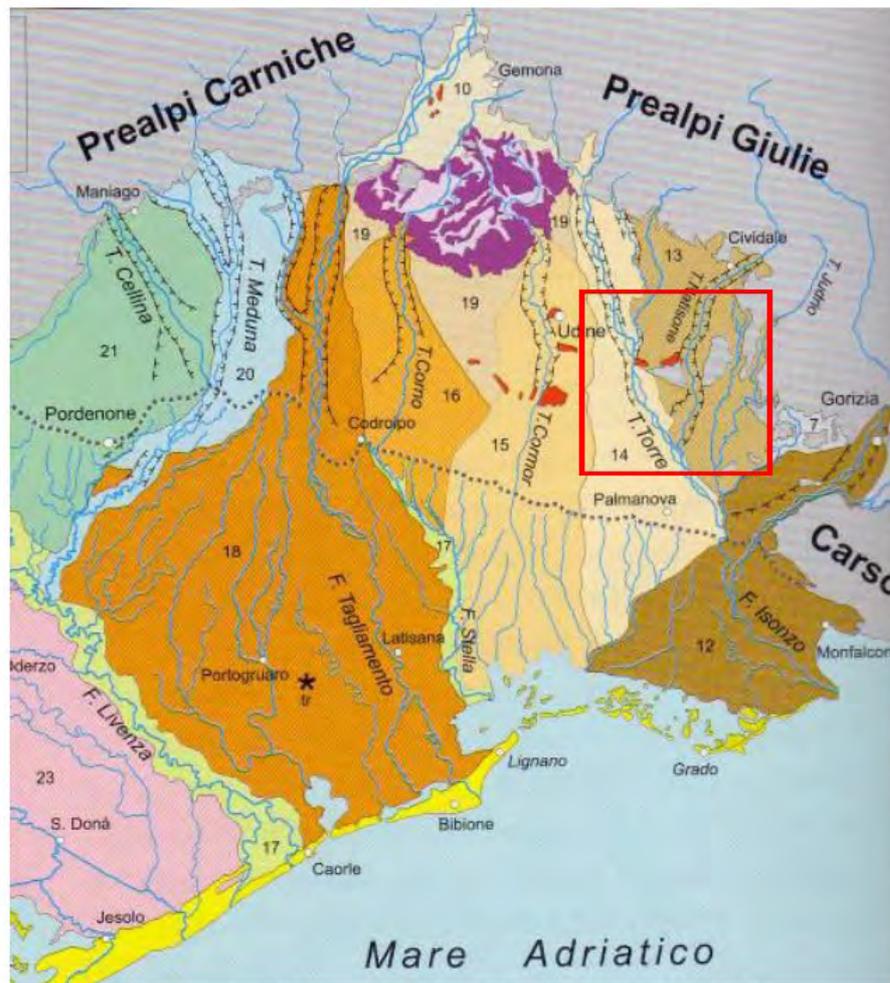


Figura 6-7 – Schema dei sistemi deposizionali pleniglaciali della pianura friulana (Da "Geomorfologia della provincia di Venezia", A. Bondesan, M. Meneghel, 2004)

In sintesi, quindi sono distinguibili tre distinti trends tettonici (Slejko et alli.,1987):

- Tilavertino dominante nel settore centrale, con lineamenti disposti E-O che determina l'accavallamento delle unità tettoniche con vergenza verso Sud.
- Dinarico dominante nel settore orientale con asse delle unità tettoniche coinvolte disposto NO-SE e vergenza verso SO.
- Valsuganese nel settore prealpino occidentale con asse delle unità tettoniche coinvolte disposto NESO e vergenza verso SE.

I tre sistemi convergono interferendo tra loro ed evidenziando il fronte esterno della catena Subalpina, attivo come testimonia la sismicità del passato e recente.

Le unità litostratigrafiche a partire dalla più antica affioranti in ambito regionale sono:

- Il basamento ercinico metamorfico della catena paleocarnica occidentale che occupa una porzione limitata all'estremo Nord-occidentale del territorio regionale;

- la successione ercinica non metamorfica della catena paleocarnica (affiora nelle Alpi carniche centrali ed orientali);
- la successione tardo ercinica (affiorante nei tre settori di Forni Avoltri, Tarvisio e Pramollo);
- la successione paleozoica post-ercinica è una successione continentale in discordanza netta sulla precedente. I membri al tetto rappresentano l'affermazione definitiva del dominio marino tardo paleozoico. Affiora alla base della Carnia centrale in corrispondenza delle incisioni vallive;
- la successione mesozoica affiora a Sud della catena paleocarnica è prevalentemente di dominio marino. Si assiste allo sviluppo di piattaforme carbonatiche con momenti di rifting crostale e qualche episodio vulcanico alternato ad episodi distensivi e formazione di alti (piattaforma friulana) e bassi strutturali (bacini Belluno, Giulio o Sloveno).
- la successione cenozoica (depositi flischioidi affioranti al bordo meridionale di tutti i rilievi prealpini affacciati sulla pianura friulana);
- le coperture quaternarie sono di origine continentale esclusi settori lagunari e di costa. Si tratta di depositi glaciali, fluvioglaciali, fluviali, lacustri e fluviolacustri. Hanno generato i rilievi dell'anfiteatro morenico.

Le aree di intervento nei territori comunali di Remanzacco e Premariacco ricadono nella zona litostratigrafica delle coperture quaternarie continentali dove predominano i depositi detritici.

Per quanto riguarda la caratterizzazione stratigrafica e litologica di dettaglio dei siti oggetto di intervento in base ai sopralluoghi effettuati, i cui esiti sono riportati nella "Relazione Geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica con elementi pedologici", la situazione è la seguente:

- per il blocco di Remanzacco e la relativa Stazione di Utenza le litologie che caratterizzano l'area sono riconducibili a depositi quaternari di origine fluvio-glaciale rimaneggiati dalle correnti fluviali del reticolo idrografico rappresentato nello specifico dal T.Torre e dal T.Malina. L'unità litologica per il caso in esame è la GS<sub>m</sub>: terreni ghiaioso sabbiosi in varia matrice di fine limoso argilloso .
- per il blocco di Premariacco le litologie sono sempre riconducibili a depositi quaternari di origine fluvio-glaciale rimaneggiati dal Natisone e dal Malina, mentre allontanandosi da tali aste fluviali si osserva una diminuzione del contenuto di ghiaia ed un aumento delle frazione fine limoso-argilloso che caratterizza l'unità MS<sub>G</sub>: terreni limoso sabbiosi commisti a ghiaia.

### 6.3 RISCHIO SISMICO

L'area oggetto del presente studio, situata tra i Comuni di Remanzacco e Premariacco, è stata classificata come zona a grado 2 ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", aggiornata con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519/2006.

La più recente Delibera della Giunta Regionale 6 maggio 2010 n. 845 "*Classificazione delle zone sismiche e indicazione delle aree di alta e bassa sismicità*" in cui vengono recepiti gli aggiornamenti normativi di settore conferma la classificazione in zona 2.

#### **6.4 PRG COMUNE DI REMANZACCO**

Il territorio del Comune di Remanzacco è soggetto alle destinazioni d'uso, alle prescrizioni ed ai vincoli contenuti negli elaborati costituenti il presente Piano Regolatore Generale Comunale (P.R.G.C.). Le attività e le opere che comportano trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio comunale sono disciplinate dalle prescrizioni del P.R.G.C. e dalle relative Norme di Attuazione, dalla L.R. 5/2007 e successive modifiche e integrazioni, nonché dalle disposizioni vigenti in materia.

Tale PRG ha subito numerose varianti negli anni. L'ultima variante che cartografa l'area dell'impianto oggetto di questa relazione è la n°34.

Dalla cartografia di Piano e in base a quanto riportato sul CDU si evince che le aree interessate dagli interventi ricadono all'interno delle seguenti Zone E6.1/E6.2 (Ambito di Interesse Agricolo).

La Zona **E6.1 - Ambito di interesse agricolo** è disciplinata dall'Art.17.3 delle NTA di Piano e comprende ambiti agricoli caratterizzati da un territorio sufficientemente omogeneo per quanto riguarda la struttura fondiaria e la morfologia, da una estensione elevata, in continuità e uniformità con le aree agricole dei Comuni contermini e contraddistinte da una minore valenza del paesaggio rurale.

Gli interventi e le destinazioni d'uso ammesse sono:

- attività agricola;
- interventi sul suolo per miglioramenti e trasformazione fondiaria e per sistemazioni idrauliche;
- interventi sulla viabilità e sulle infrastrutture esistenti e di nuovi interventi;
- edifici per la residenza in funzione della conduzione del fondo e delle esigenze del conduttore
- agricolo a titolo principale (ammessi solo a condizione di una contestuale realizzazione o preesistenza sul lotto di edifici relativi a strutture produttive aziendali) e per agriturismo;
- edifici relativi a strutture produttive aziendali (stalle con carico allevabile inferiore a 50 UBA, magazzini, cantine, annessi rustici, ecc);
- serre fisse;

La Zona **E6.2 - Ambito agricolo di rispetto e protezione delle aree insediate** è disciplinata dall'Art.17.4 delle NTA di Piano e comprende le parti del territorio agricolo prossime agli insediamenti urbani e produttivi, che hanno visto ridursi sia le proprie valenze produttive agricole, sia quelle paesaggistico ambientali in conseguenza di infrastrutturazioni esistenti o di previsione e di frammentazioni agrarie.

La zona è destinata alle seguenti attività:

- agricola, con possibilità di commassamento a vantaggio della zona E6.1 utilizzando gli indici di quest'ultima;
- realizzazione di ricoveri attrezzi di limitate dimensioni, nel rispetto delle caratteristiche tipologiche delle zone residenziali contigue;
- ampliamento degli edifici esistenti, relativi alla residenza agricola ed alle strutture produttive aziendali (stalle, ricoveri, magazzini, cantine, annessi rustici, ecc.);
- ampliamento delle serre esistenti;
- commerciale agricola.

È fatto divieto in tutta tale zona di realizzare distributori di carburante.

Seppur l'attività progettuale prevista non ricada tra gli interventi citati dal PRG, essa è compatibile con quanto riportato dal Dlgs 387/2003: "gli impianti alimentati da fonti rinnovabili possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai piani urbanistici", pertanto l'intervento in oggetto risulta compatibile con la disciplina della destinazione d'uso di riferimento. Le aree interessate dagli interventi sono attraversate da una serie di elettrodotti aerei a 132 kV, sono pertanto previste delle fasce di rispetto, definite secondo il D.M. 29.05.2008, che saranno lasciate libere dalle opere in progetto.

Si evidenzia inoltre che nei pressi dell'impianto di Utenza sono presenti delle aree con prescrizioni idrauliche, nello specifico "aree con accumulo d'acqua o con scolo carente"; queste aree non sono inclusi nelle opere previste.

*Per quanto sopra evidenziato l'iniziativa in progetto risulta coerente con le disposizioni del Piano.*

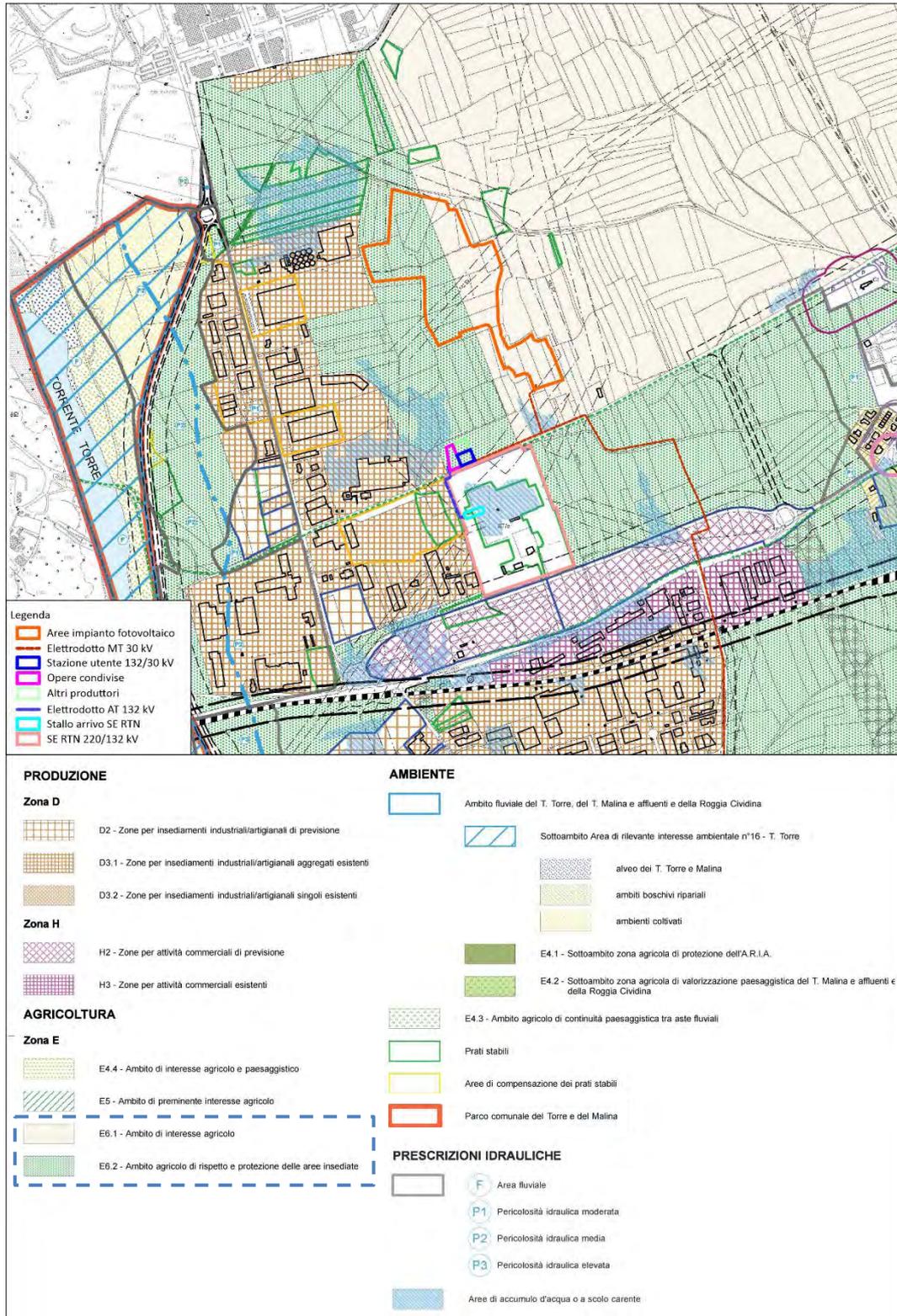


Figura 6-8 – Estratto Zonizzazione PRG - Remanzacco

## 6.5 PRG COMUNE DI PREMARIACCO

Il Comune di Premariacco è dotato di P.R.G.C. - Variante generale n.4 - approvato con Delibera del Consiglio comunale n. 7 del 17.02.2011 la cui esecutività è stata confermata con D. G. R. n. 0130/Pres. del 03.06.2011; successivamente al piano approvato hanno fatto seguito quindici varianti di varia entità.

In base alla cartografia di Piano disponibile e a quanto riportato sul Certificato di Destinazione Urbanistica l'area interessata dalle opere è compresa all'interno della Zona Omogenea di tipo E, in particolare nell' "Ambito di preminente Interesse Agricolo", Classe E5.

Alcune particelle sono interessate dal passaggio di Oleodotto per il quale vanno rispettate le distanze di rispetto, previste dall'art.39 delle NTA, pari "a 4 m a sinistra e 8 m a destra dall'asse delle condotta nel verso TS - Austria".

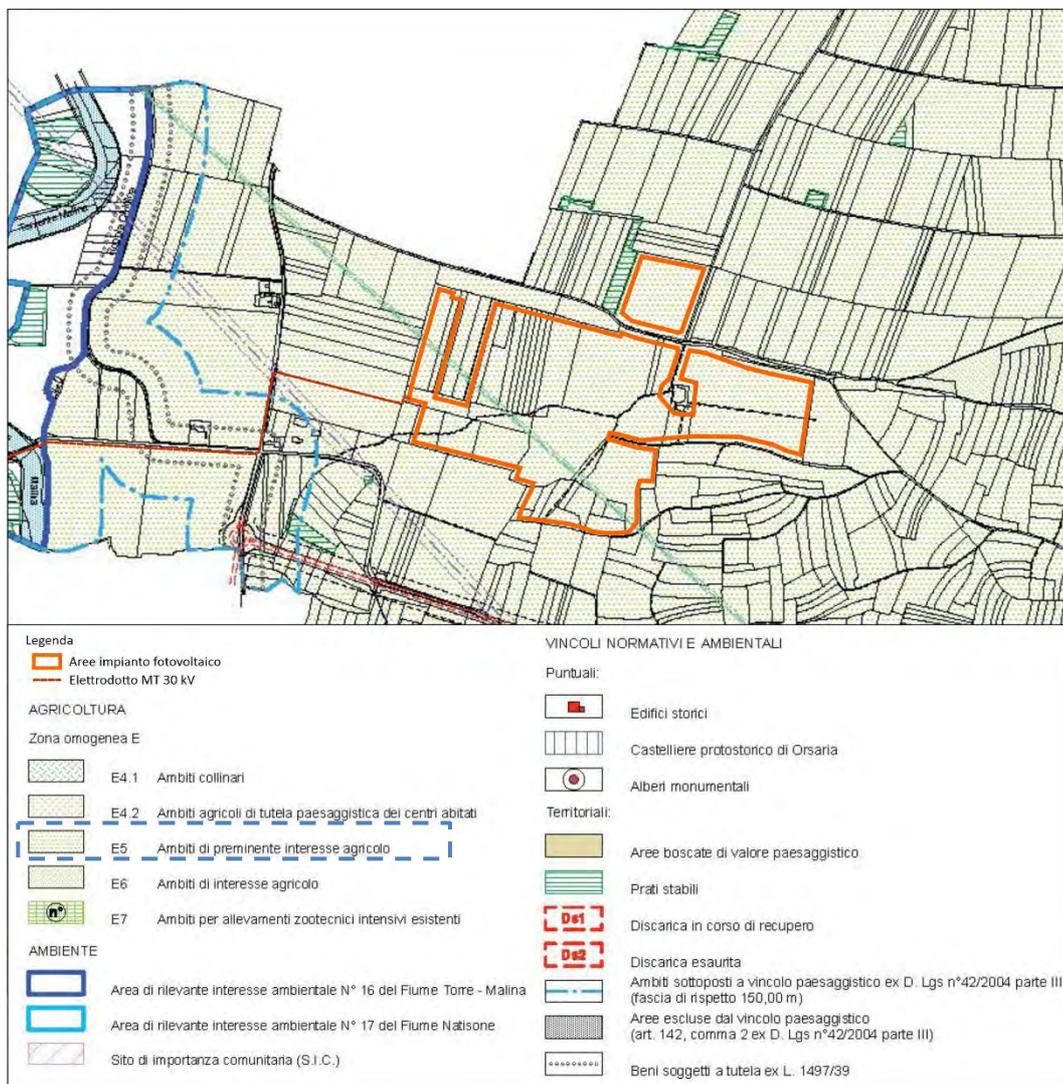


Figura 6-9 – Estratto Zonizzazione PRG - Premariacco

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici le NTA prevedono quanto segue:

Art.42.2 - Impianti di Produzione Energia Elettrica da Cellule Fotovoltaiche

**CARATTERISTICHE GENERALI E OBIETTIVI DI PROGETTO**

*Il piano promuove e incentiva la realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sul proprio territorio, con particolare riferimento al fotovoltaico, in maniera articolata a seconda delle zone omogenee interessate e delle loro peculiarità storiche, ambientali, paesaggistiche e insediative, dettando le condizioni per un loro corretto inserimento nel contesto territoriale.*

**3. INTERVENTI AMMESSI**

*L'installazione di pannelli solari termici e di cellule fotovoltaiche è ammessa solo nelle seguenti zone urbanistiche, nel rispetto delle loro specifiche prescrizioni.*

[...]

*Parco fotovoltaico in Zona E5 ed E6*

*In questa zona è consentita l'installazione di pannelli fotovoltaici della potenza elettrica nominale necessaria alle esigenze e delle eventuali cabine di trasformazione, nel rispetto dei seguenti parametri:*

*Distanze del bordo esterno del pannello più esterno, nella sua massima estensione planimetrica:*

1. *da zone residenziali e per servizi:*
  - a. *per impianti di potenza fino a 500 KW, min: 150 m*
  - b. *per impianti di potenza, oltre a 500 KW, min: 200 m*
2. *da residenze sparse min: 50 m*
3. *da strade, min: 10,00 m o secondo limite di rispetto, se superiore*
4. *da confini, min: 10,00 m*
5. *dai corsi d'acqua, min: 300 m*
6. *da cimiteri: secondo relative fasce di rispetto riportate sulla Zonizzazione*
7. *tra singoli siti:*
  - a. *per impianti di potenza fino a 500 KW min: 200 m*
  - b. *per impianti di potenza, oltre a 500 KW min: 500 m*
8. *Distanza dai confini*

a. cabina, min: 1,50 m

### Recinzione

La recinzione è prevista in rete metallica plasticata su paletti di acciaio infissi nel terreno di H max: 2,00 m, lungo la quale dovranno essere previsti passaggi per la piccola fauna.

### Interventi di mitigazione paesaggistica

Creazione di fascia arborea e arbustiva dello spessore di min. 3,00 m lungo i bordi del sito, da porsi a dimora con le essenze di cui all'art. 34, di altezza variabile in funzione alle esigenze di esposizione, con un min. di 1,50 m per gli arbusti e di 3,00 m per gli alberi.

### Norme generali

1. Una volta dismessa l'attività di produzione di energia elettrica, l'impianto dovrà essere smantellato in ogni parte con il lievo dei pannelli e dei loro supporti, della cabina di trasformazione, della recinzione e di ogni altro fabbricato presente nell'area di intervento. Dovrà essere invece mantenuto unicamente il verde di mitigazione. Un impianto è da intendersi dismesso quando rimane non attivo per un periodo superiore ad un anno.
2. Al fine della tutela della vocazione agricola dei suoli oggetto dell'installazione degli impianti fotovoltaici, non è consentito né l'utilizzo di diserbanti sugli stessi suoli né la rimozione del terreno vegetale fatta salva quella necessaria per la stesura interrata dei caviddotti.

La coerenza di tali interventi con il contesto di inserimento è anche rafforzata dall'art. art.12 c.7 del D.lgs 387/2003 e s.m.i. che prevede che gli impianti fotovoltaici, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici

### Per quanto sopra evidenziato, considerando che in sede progettuale:

- è stato previsto il mantenimento delle distanze di rispetto dalla condotta dell'oledotto;
- le distanze del bordo esterno del pannello più esterno sono ubicate ad oltre 10 m dai confini e dalle strade, essenzialmente di viabilità locale, presenti.
- le distanze del bordo esterno del pannello più esterno sono ubicate ad oltre 200 m dalle residenze sparse;
- Non sono presenti altri impianti fotovoltaici nell'intorno di 500 m dal confine dell'impianto.

l'iniziativa in progetto risulta compatibile con la destinazione d'uso e con le disposizioni del Piano.

## 7 DESCRIZIONE GENERALE

La realizzazione dell'impianto occupa una superficie catastale complessiva di circa 62 ettari, dei quali 48 recintati per l'impianto, e prevede l'installazione di 62.400 moduli fotovoltaici per ottenere una potenza installabile di 39.312 kWp.

I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker mono-assiali disposti lungo l'asse geografico nord-sud in funzione delle tolleranze di installazione delle strutture di supporto tipologiche ammissibili variabili tra il 5% al 10%.

L'intervento non comporta trasformazioni del territorio e la morfologia dei luoghi rimarrà inalterata.

Non verranno effettuati scavi o livellamenti superficiali, e l'area di impianto non sarà soggetta a nessuno scotico superficiale, in modo da preservare le caratteristiche agronomiche dell'area.

Nell'ambito del progetto è stata eseguita un'attenta valutazione della gestione delle terre e rocce da scavo prodotte, prevedendo di riutilizzare in situ la quasi totalità dei volumi provenienti dagli scavi delle aree dell'impianto fotovoltaico e dalla Stazione di Utenza, che costituiscono la frazione volumetrica maggiore derivante dalle operazioni di scavo per la realizzazione dell'opera.

Per quanto concerne le modalità di gestione dei volumi in esubero derivanti dalla realizzazione delle dorsali lungo le strade, il materiale escavato provenendo da massicciate stradali (gli scavi avranno una profondità di circa 1,2 m) non potrà essere idoneo ad opere di ripristino all'interno delle aree dell'impianto fotovoltaico dove dovrà essere mantenuta la capacità agricola del terreno. Nell'impossibilità, pertanto, di prevedere un riutilizzo in sito di tali quantitativi, si è ipotizzata una gestione di tali quantitativi come rifiuti da destinare a recupero/smaltimento

Le aree interessate dall'intervento sono idonee all'installazione dei tracker e la caratterizzazione delle pendenze delle aree riporta valori compatibili con le tolleranze ammesse dall'installazione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici, per definire una ottimale posizione dei moduli minimizzando i movimenti di terreno.

Le condizioni morfologiche garantiscono una totale esposizione dei moduli ai raggi solari durante le ore del giorno e queste costituiscono le premesse della progettazione definitiva per ottenere la migliore producibilità nell'arco dell'anno.

Non sono interessati corpi idrici pubblici e non saranno modificate le eventuali linee di impluvio dei corsi d'acqua episodici che insistono all'interno delle aree.

Durante la costruzione e l'esercizio sarà previsto l'utilizzo della sola risorsa suolo legata all'occupazione di superficie.

La superficie occupata interessa suoli attualmente destinati a seminativi a bassa valenza ecologica. Le aree interessate saranno quelle strettamente necessarie alle opere di gestione e manutenzione dell'impianto.

Non è previsto lo stoccaggio, il trasporto, l'utilizzo, la movimentazione o la produzione di sostanze e materiali nocivi. La realizzazione e la gestione dell'impianto fotovoltaico non richiedono né generano sostanze nocive. È prevista la produzione di rifiuti solo durante la fase di cantiere, molti dei quali potranno essere avviati a riutilizzo/riciclaggio. Durante la fase di esercizio la produzione di rifiuti è legata alle sole operazioni di manutenzione dell'impianto.

In fase di dismissione le componenti dell'impianto verranno avviate principalmente a centri di

recupero e riciclo altamente specializzati e certificati.

L'adozione per il campo fotovoltaico del sistema di fondazioni costituito da pali in acciaio infissi al suolo azzerà la produzione di rifiuti connessi a questa fase. In ogni caso i rifiuti, prodotti principalmente durante la fase di cantiere, saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente. L'impianto fotovoltaico è privo di scarichi sul suolo e nelle acque, pertanto, non sussistono rischi di contaminazione del terreno e delle acque superficiali e profonde.

La regolarità del layout, oltre a dare un'immagine ordinata dell'insieme, consente rapidità di montaggio in fase di cantiere. I moduli fotovoltaici verranno installati su supporti metallici dimensionati secondo le normative vigenti in materia.

## 8 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

- movimentazioni di terra per la realizzazione delle fondazioni per le apparecchiature elettromeccaniche, delle carpenterie in sottostazione, del TRAF0 AT/MT, dei basamenti prefabbricati per le Unità di Conversione Inverter che saranno della tipologia Skid outdoor, della cabina in Sottostazione, degli elettrodotti MT 30 kV e BT interni e del cavidotto per la linea di connessione AT
- esecuzione delle opere civili ed impiantistiche.

Nella realizzazione dei campi fotovoltaici si procederà alla compattazione in sito delle sole superfici adiacenti le cabine elettriche ospitanti quadri, inverter e trasformatori, lasciando indisturbate le rimanenti aree, in modo da non alterare le caratteristiche esistenti del territorio.

Lungo il perimetro degli impianti sarà realizzata una fascia arborea a mitigazione e a schermatura visiva in prossimità delle aree esterne, come da tavole di progetto.

La realizzazione del sistema antintrusione perimetrale consiste nell'installazione di telecamere, ogni 50/70 m circa.

Le 11 cabine elettriche di conversione (Inverter Station) saranno posate su plinti in cemento armato posizionati puntualmente sotto i piedi di appoggio dei container. Le 3 cabine di raccolta elettrodotti MT 30 kV saranno della tipologia a prefabbricato, con vasca di fondazione in cls prefabbricato dello spessore di 50 cm, per un volume complessivo di cls di circa 5 m<sup>3</sup>.

Le maggiori opere in c.a. dovute alla realizzazione del campo fotovoltaico saranno superficiali e di dimensioni ridotte e saranno facilmente asportabili alla fine del ciclo di vita dell'impianto.

La realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo, concepita a servizio delle attività di esercizio e manutenzione dell'impianto fotovoltaico occupa una superficie di circa 34.202 m<sup>2</sup> e sarà realizzata con materiali misto di cava stabilizzato facilmente asportabile a fine vita dell'impianto.

Le superfici occupate saranno quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto e non pregiudicheranno lo svolgimento delle pratiche agricole che potranno continuare indisturbate sulle aree contigue a quelle interessate dall'intervento. Gli elettrodotti saranno interrati e lì dove attraversano i campi e le aree esterne alla recinzione dell'impianto avranno profondità non inferiore a 1,2 m dal piano campagna senza pregiudicare l'esecuzione delle arature profonde.

La produzione di rifiuti sarà minima e legata alla sola manutenzione dell'impianto. Gli eventuali rifiuti prodotti saranno gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Non si registrano scarichi ed emissioni solide, liquide e gassose di alcun tipo, e quindi contaminazione del suolo, del sottosuolo, dell'aria e delle acque superficiali e profonde.

L'impianto andrà ad insistere su terreni da sempre destinati ad uso agricolo sui quali non si svolgono attività che possano contaminare i terreni.

I volumi di scavo verranno utilizzati interamente in sito per il ripristino della viabilità e delle piazzole di cantiere, il rinterro delle fondazioni superficiali, la riprofilatura dell'intera area di cantiere ed il raccordo con il terreno esistente.

I volumi di terra, prima di essere totalmente riutilizzati per le modalità precedentemente descritte, verranno accantonati localmente nei pressi dell'area d'intervento.

## 9 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Gli impianti fotovoltaici sono principalmente suddivisi in 2 categorie:

- impianti "ad isola" (detti anche "stand-alone"): impianti non sono connessi alla rete di distribuzione, per cui sfruttano direttamente sul posto l'energia elettrica prodotta ed accumulata in sistema di Storage di energia (batteria);
- impianti "connessi alla rete" (detti anche "grid-connected"): sono impianti connessi alla rete elettrica di distribuzione esistente.

L'impianto in oggetto appartiene alla categoria impianti "Connessi alla Rete", cioè che immettono in rete tutta o parte della produzione elettrica risultante dalla produzione dell'impianto fotovoltaico, opportunamente convertita in corrente alternata e sincronizzata a quella della rete, contribuendo alla cosiddetta generazione distribuita.

I principali componenti di un impianto fotovoltaico connesso alla rete sono:

- campo fotovoltaico, deputato a raccogliere energia mediante moduli fotovoltaici disposti opportunamente a favore del sole;
- i cavi di connessione, che devono presentare adeguate caratteristiche tecniche;
- stazioni Inverter complete di:
  - quadri di campo in corrente continua a protezione dalle possibili correnti inverse sulle stringhe, completi di scaricatori per le sovratensioni e interruttori magnetotermici e/o fusibili per proteggere i cavi da eventuali sovraccarichi;
  - inverter, deputati a stabilizzare l'energia raccolta, a convertirla in corrente alternata e ad iniettarla in rete;
  - Trasformatori per innalzare dalla bassa alla media tensione;
- cabina di consegna o Stazione Elettrica di elevazione dalla media alla alta tensione completa di quadri di interfaccia e dei componenti necessari all'interfacciamento con la rete elettrica secondo le norme tecniche in vigore.

### 9.1 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli individuati sono della potenza di 630 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1.500 V raccolti in stringhe da 24 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

Le caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico, tuttavia, potranno cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo alle migliori condizioni del mercato.

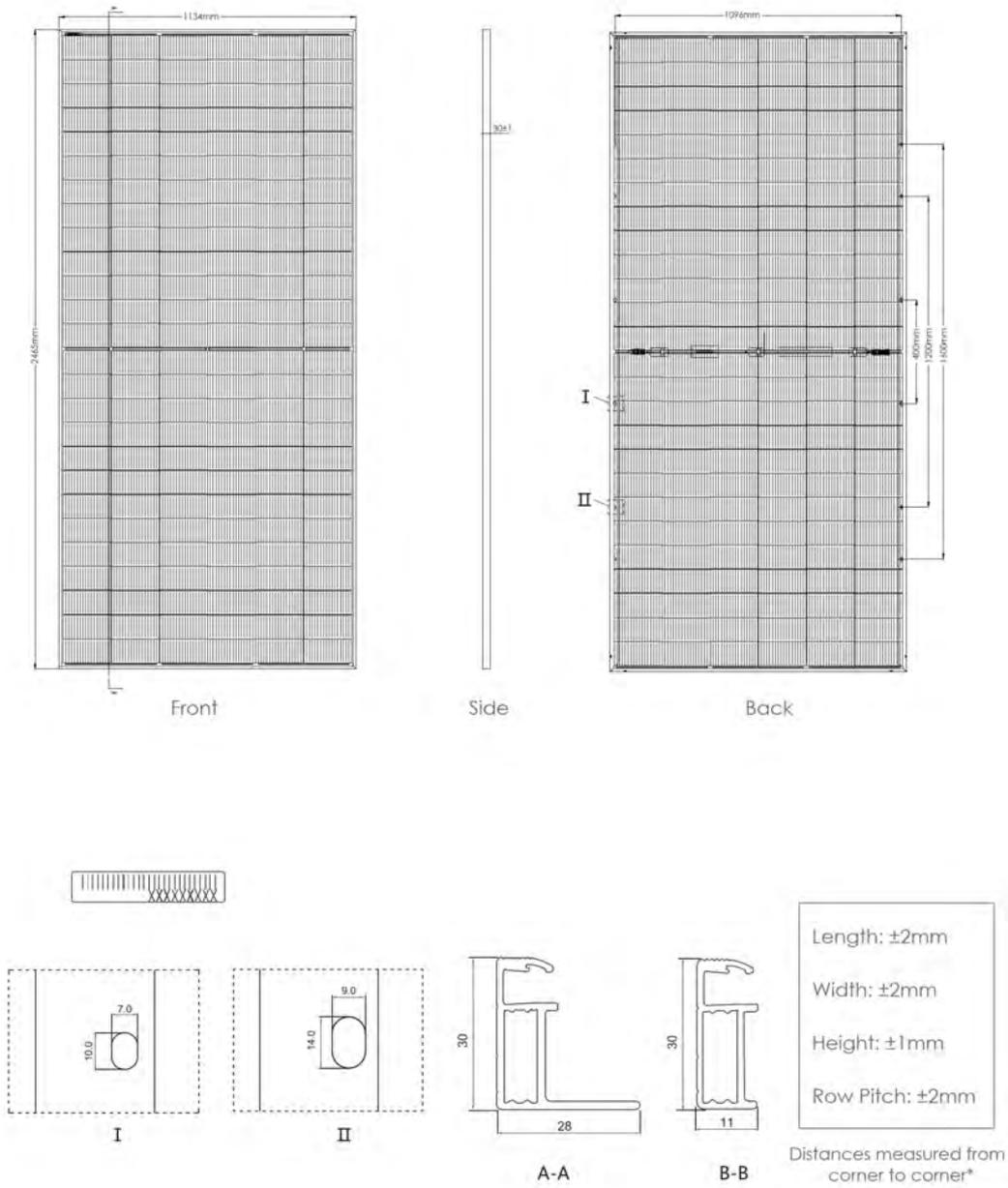


Figura 9-1 – Caratteristiche dimensionali Modulo Fotovoltaico

SPECIFICATIONS								
Module Type	JKM615N-78HL4-BDV		JKM620N-78HL4-BDV		JKM625N-78HL4-BDV		JKM630N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	615Wp	463Wp	620Wp	467Wp	625Wp	471Wp	630Wp	475Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	47.20V	44.39V	47.37V	44.54V	47.54V	44.69V	47.70V	44.83V
Maximum Power Current (Imp)	13.03A	10.44A	13.09A	10.49A	13.15A	10.54A	13.21A	10.59A
Open-circuit Voltage (Voc)	56.69V	42.72V	56.82V	42.82V	56.95V	42.92V	57.08V	43.02V
Short-circuit Current (Isc)	13.68A	10.31A	13.74A	10.35A	13.80A	10.40A	13.86A	10.44A
Module Efficiency STC (%)	22.00%		22.18%		22.36%		22.54%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C							
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)							
Maximum series fuse rating	30A							
Power tolerance	0~+3%							
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C							
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C							
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C							
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C							
Refer. Bifacial Factor	80±5%							

Figura 9-2 – Caratteristiche elettriche Modulo Fotovoltaico

## 9.2 STRUTTURE DI SUPPORTO

L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rollio), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti.

Le strutture di supporto sono costituite essenzialmente da tre componenti:

- 1) I pali in acciaio zincato, direttamente infissi nel terreno (nessuna fondazione prevista);
- 2) La struttura porta moduli girevole, montata sulla testa dei pali, composta da profilati in metallo, sulla quale viene posata una fila di moduli fotovoltaici (in totale massimo 48 moduli per struttura disposti su una fila in verticale, considerando la struttura più grande che verrà impiegata sull'impianto);
- 3) L'inseguitore solare monoassiale, necessario per la rotazione della struttura porta moduli. L'inseguitore è costituito essenzialmente da un motore elettrico (controllato da un software), che tramite un attuatore collegato al profilato centrale della struttura di supporto, permette di ruotare la struttura durante la giornata, posizionando i pannelli nell'angolazione ottimale per minimizzare la deviazione dall'ortogonalità dei raggi solari incidenti e massimizzare l'energia fotovoltaica generata.

Le strutture saranno opportunamente dimensionate per sopportare il peso dei moduli fotovoltaici,

considerando il carico da neve e da vento della zona di installazione. La tipologia di struttura prescelta è ottimale per massimizzare la produzione di energia utilizzando i moduli bifacciali.

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'ecoedilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento. Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

Le fondazioni, oltre ad assicurare le strutture di sostegno al terreno, assumono anche la funzione di zavorra per opporsi all'azione del vento.

La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche delle strutture porta moduli.

L'inseguitore solare serve ad ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie) ed utilizza la tecnica del backtracking, per evitare fenomeni di ombreggiamento a ridosso dell'alba e del tramonto. In pratica nelle prime ore della giornata e prima del tramonto i moduli non sono orientati in posizione ottimale rispetto alla direzione dei raggi solari, ma hanno un'inclinazione minore (tracciamento invertito). Con questa tecnica si ottiene una maggiore produzione energetica dell'impianto fotovoltaico, perché il beneficio associato all'annullamento dell'ombreggiamento è superiore alla mancata produzione dovuta al non perfetto allineamento dei moduli rispetto alla direzione dei raggi solari.

L'algoritmo di backtracking che comanda i motori elettrici consente ai moduli fotovoltaici di seguire automaticamente il movimento del sole durante tutto il giorno, arrivando a catturare il 15-20% in più di irraggiamento solare rispetto ad un sistema con inclinazione fissa.

L'altezza dei pali di sostegno è stata fissata in modo tale che lo spazio libero tra il piano campagna ed i moduli, alla massima inclinazione, sia superiore a 0,50 m, per agevolare la fruizione del suolo per le attività agricole.

Le caratteristiche principali delle strutture di supporto sono mostrate nelle seguenti figure.

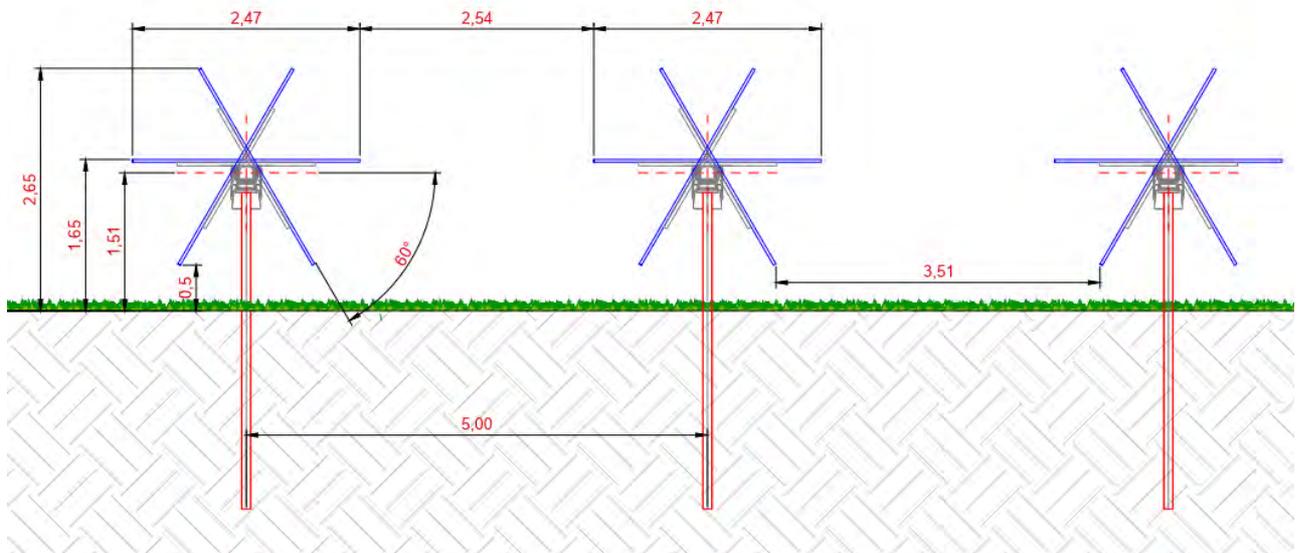


Figura 9-3 – Sezione trasversale tipologica struttura Tracker

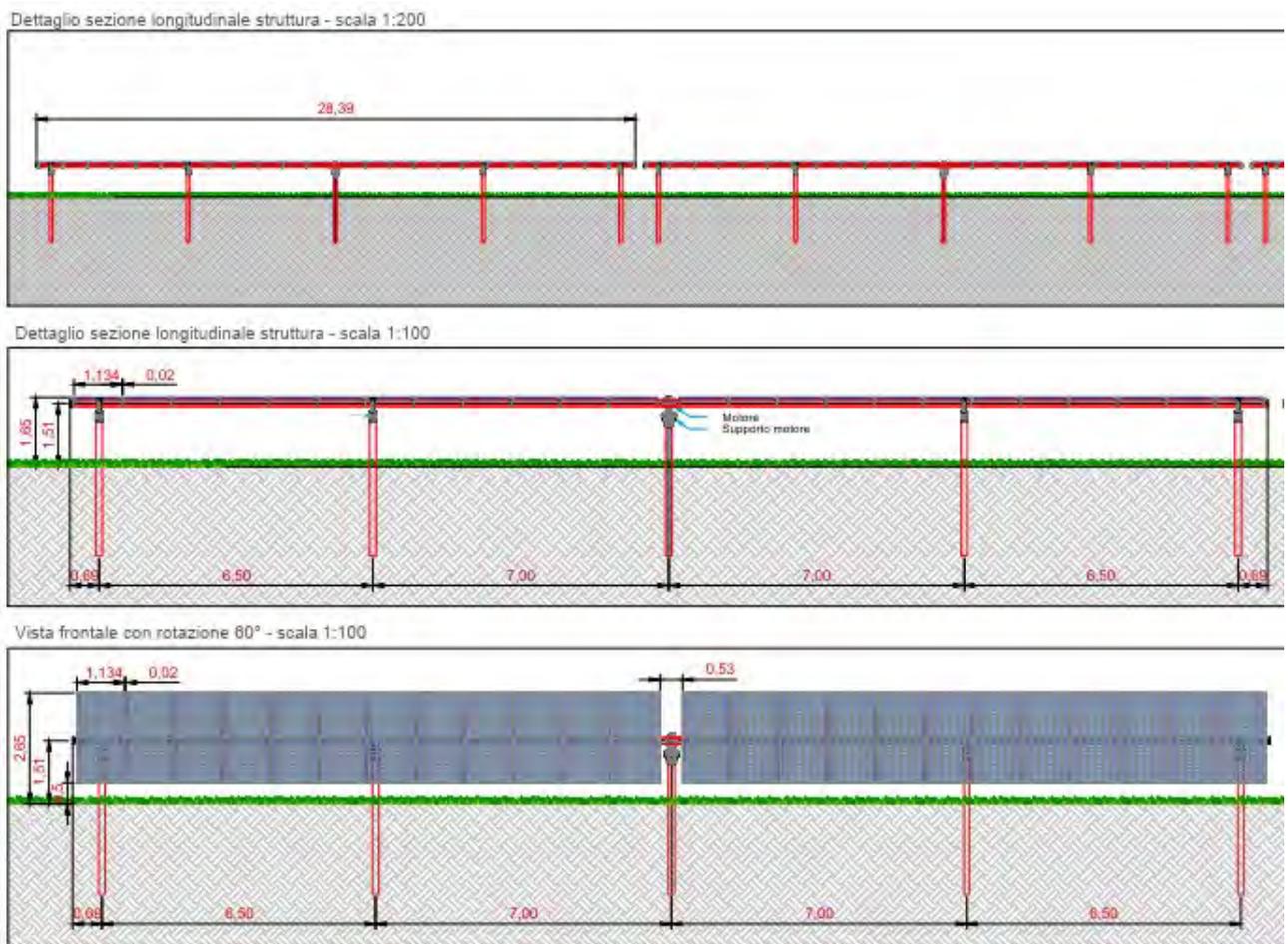


Figura 9-4 – Sezione longitudinale tipologica struttura Tracker

### 9.2.1 Montaggio rapido

Tutti i componenti sono preassemblati e confezionati conformemente al tipo di modulo scelto. I moduli devono essere soltanto inseriti dall'alto nei punti d'inserimento. Ciò garantisce una

maggior velocità di installazione.

### 9.2.2 Massima durata

Le strutture sono costruite in acciaio zincato e alluminio mentre la bulloneria è in acciaio inox. L'elevata resistenza alla corrosione garantisce una lunga durata e offre la possibilità di un riutilizzo completo.

## 9.3 COLLEGAMENTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici sono collegati tra loro in serie attraverso dei connettori di tipo maschio-femmina (tipo MC4 e/o TS4), formando delle stringhe. Ogni stringa è formata da 24 moduli, per un totale di 2600 stringhe per l'intero l'impianto fotovoltaico.

Le diverse stringhe sono raggruppate e connesse in parallelo alle string boxes (quadri di parallelo DC), a loro volta collegate agli inverter tramite cavi DC. Le string boxes sono installate all'esterno, sotto le vele, e il loro involucro garantirà lunga durata e massima sicurezza. Le string Boxes con 16 e 24 ingressi di stringa sono dotati di 2 uscite per i cavi per ciascun polo. Possono essere utilizzati cavi con sezioni da 70 a 400 mm<sup>2</sup>.



*Figura 9-5 – Tipico String box*

## 9.4 CABINE DI CONVERSIONE INVERTER

Le cabine di conversione Inverter (Power Station) saranno della tipologia a SKID con i vantaggi tecnici e la flessibilità degli inverter centrali modulari.

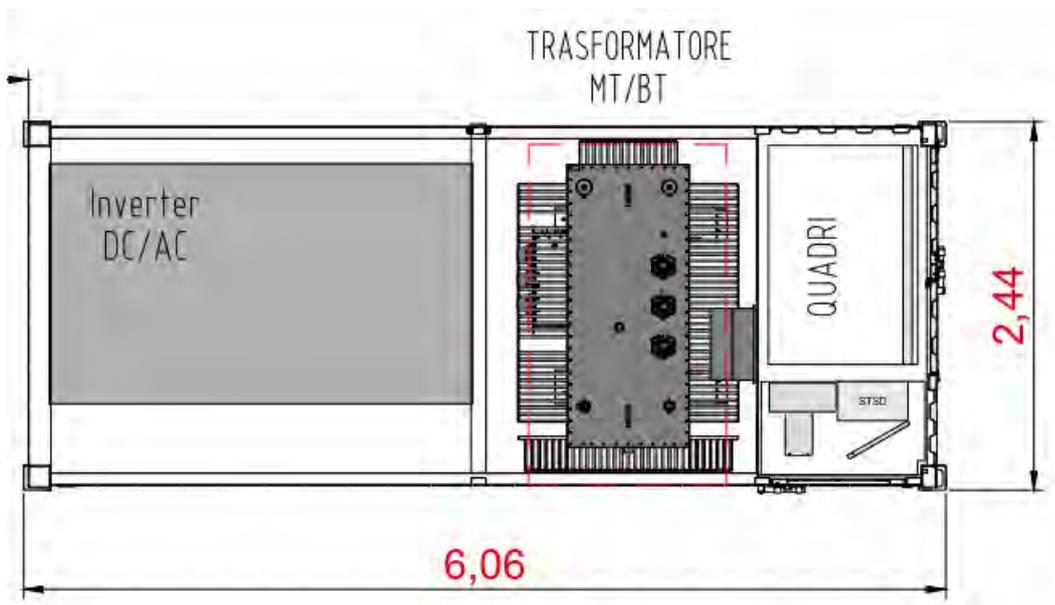
Saranno installate 11 cabine Inverter di conversione DC/AC, Power Station.

In fase di progetto esecutivo il numero e le dimensioni delle Inverter Station potranno variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche necessarie, rimanendo comunque nel volume massimo autorizzato di 18 x 4,5 x 3 m.

Queste Inverter Station permettono di dimensionare l'impianto FV riducendo il costo di sistema e aumentando la resa. L'utilizzo di Power Station è a favore della semplicità di trasporto nonché della rapidità di montaggio e messa in servizio.

Le principali caratteristiche sono le seguenti:

- Flessibilità in termini di tensione di rete della centrale fotovoltaica
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche
- Versatilità in condizioni ambientali complesse
- Soluzione chiavi in mano
- Container marittimo compatto da 40 piedi
- Completamente omologato
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti
- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi



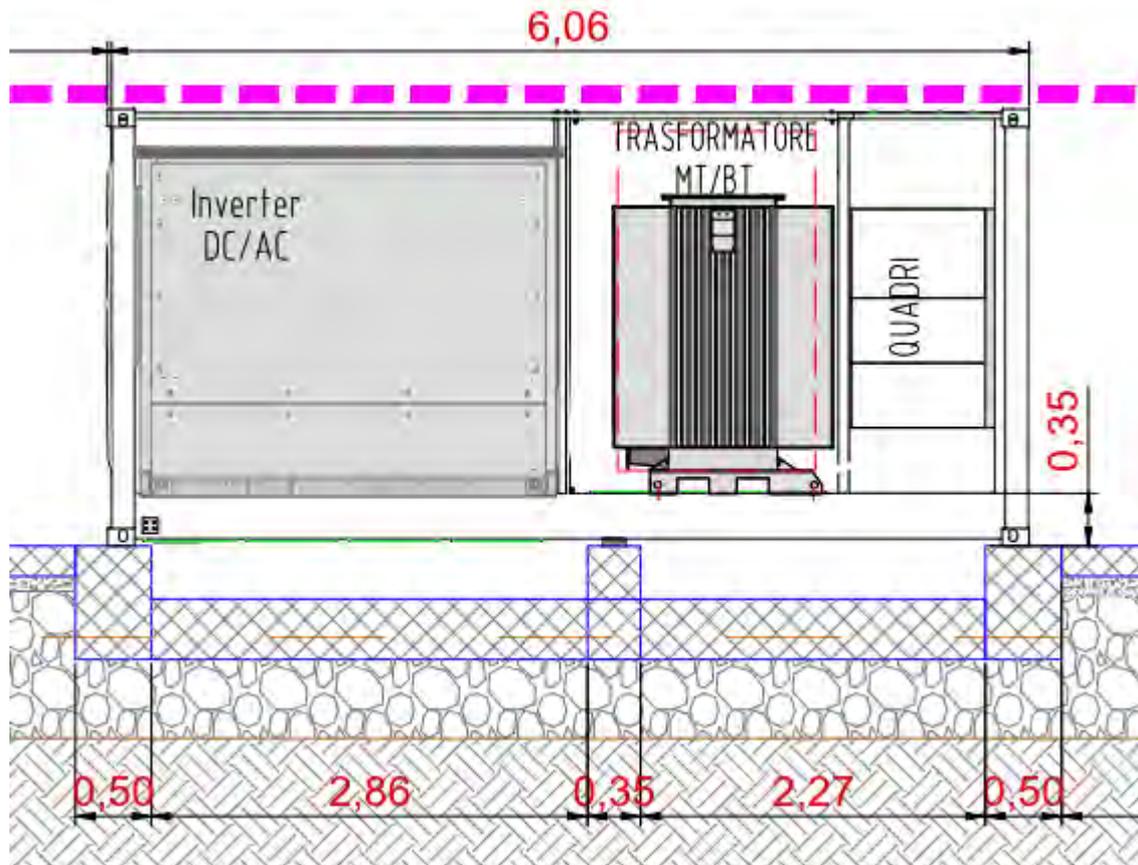


Figura 9-6 – Layout tipico Cabina di Conversione

## 9.5 CABINE SERVIZI AUSILIARI

Si prevede l'installazione di una serie di cabine ausiliarie distribuite uniformemente sulla superficie dell'impianto, contenenti le seguenti apparecchiature:

- Quadro BT generale del sottocampo corrispondente;
- Quadro BT alimentazione tracker del sottocampo corrispondente;
- Quadro BT prese F.M, illuminazione, antintrusione, TVCC ecc. del sottocampo corrispondente;
- Sistema di monitoraggio, controllo e comando sottocampo di appartenenza tracker;
- Sistema di monitoraggio e controllo sottocampo di appartenenza Impianto Fotovoltaico;
- Sistema di monitoraggio e controllo stazioni meteo di appartenenza;
- Sistema di trasmissione dati sottocampo di appartenenza;

Anche le cabine dei servizi ausiliari saranno della tipologia modulare, prefabbricate in modo da minimizzare le opere civili richieste e le attività di montaggio in sito.

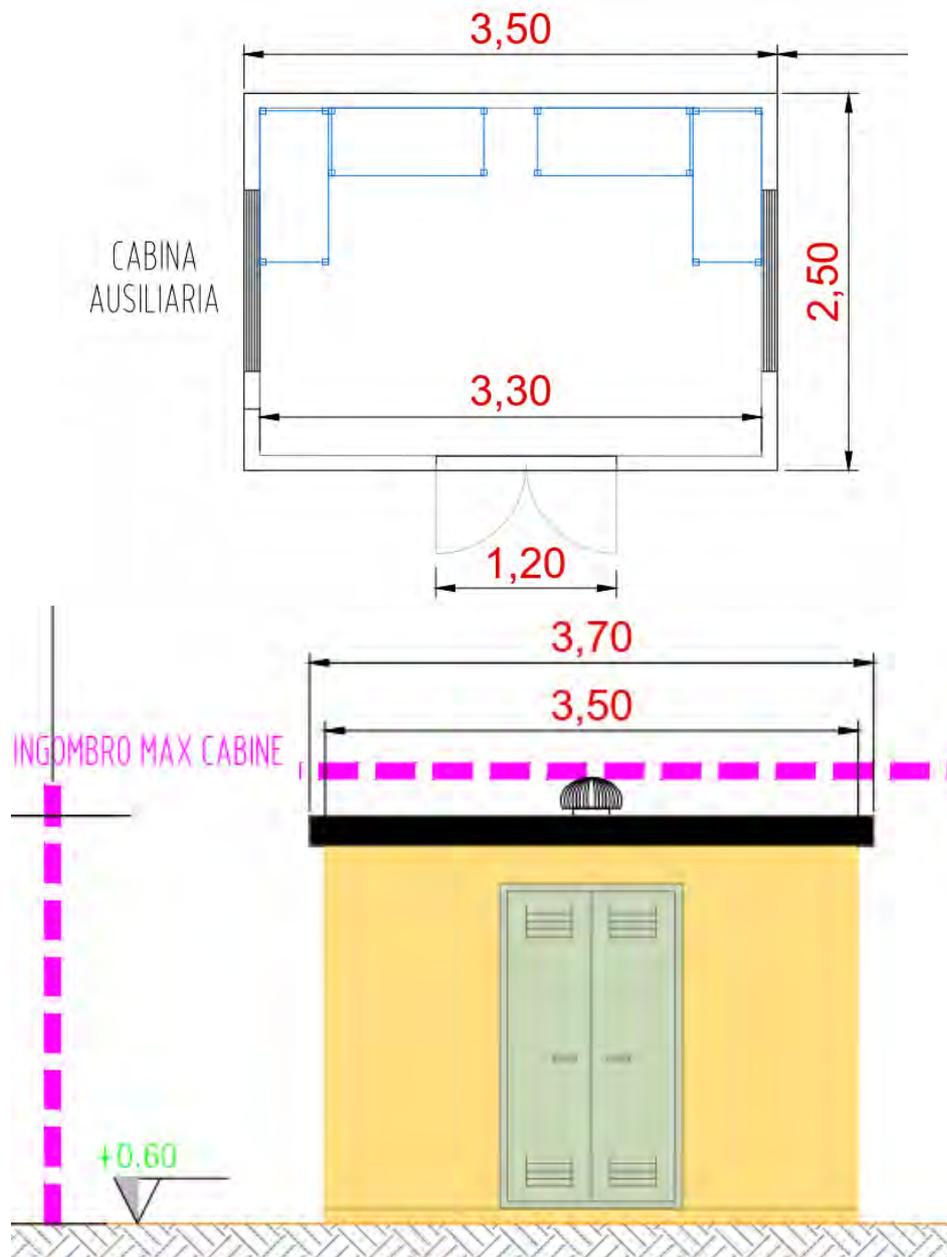


Figura 9-7 – Layout tipico Cabina servizi ausiliari

## 9.6 CABINE MT

Come da schema unifilare e layout di progetto, si prevederà l'installazione di tre cabine MT con lo scopo di riunire gli elettrodotti MT 30 kV in arrivo dalle cabine di conversione e concentrare la potenza in due dorsali di collegamento alla stazione utente.

Queste cabine saranno della tipologia prefabbricata come le altre cabine previste sull'impianto e conterranno principalmente il quadro MT di smistamento per il collegamento alle linee MT.

Si potrà prevedere in fase di realizzazione dell'impianto la possibilità di combinare le funzionalità di queste cabine con quelle delle cabine servizi ausiliari, inserendo il quadro MT di smistamento all'interno della cabina dei servizi ausiliari, in modo da ottimizzare ulteriormente l'occupazione delle

aree. Cautelativamente, in questa fase vengono considerate separate in quanto questa attività è lasciata alla fase esecutiva.

Le caratteristiche tecniche delle cabine potranno inoltre cambiare nello stato avanzato della progettazione esecutiva in accordo alle migliori condizioni del mercato e alla disponibilità dei materiali stessi.

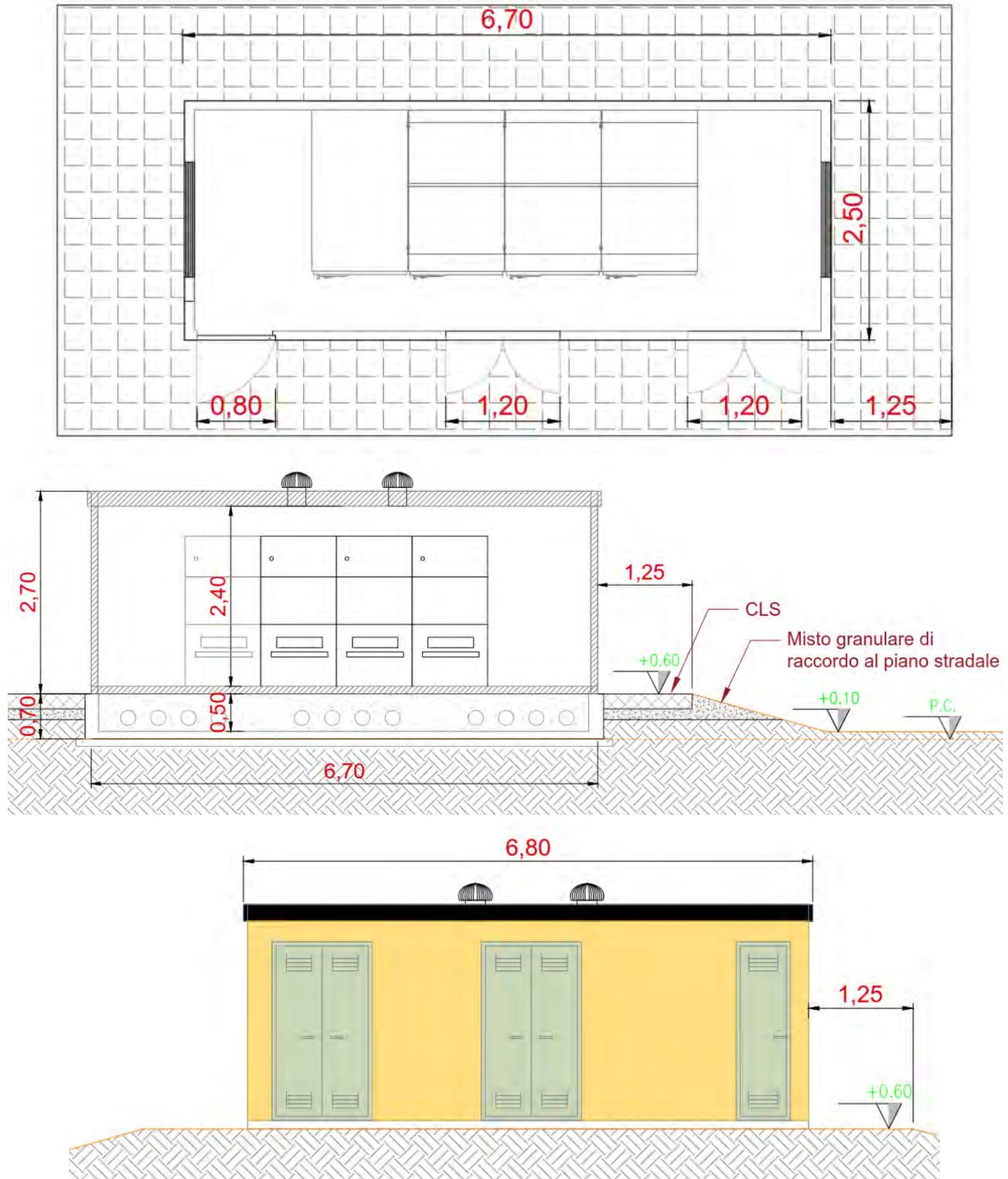


Figura 9-8 – Layout tipico Cabina MT

## 9.7 CAVI

### 9.7.1 Cavi solari di stringa

Sono definiti cavi solari di stringa i cavi che collegano le stringhe (i moduli in serie) ai quadri DC di parallelo e hanno una sezione variabile da 6 a 10 mm<sup>2</sup> (in funzione della distanza del collegamento).

I cavi solari di stringa sono alloggiati all'interno del profilato della struttura e interrati per brevi tratti (tra inizio vela e quadro DC di parallelo).

I cavi saranno del tipo H1Z2Z2-K o equivalenti (rame o alluminio) indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN 60216.

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40 °C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 4D

### 9.7.2 Cavi solari DC

Sono definiti cavi solari DC i cavi che collegano i quadri di parallelo DC agli inverter e hanno una sezione variabile da 70 a 400 mm<sup>2</sup> (dipende dal numero di stringhe in parallelo e dalla distanza quadro DC-Inverter).

I cavi solari DC sono direttamente interrati e solo in alcuni brevi tratti possono essere posati sulla struttura all'interno del profilato della struttura portamoduli.

I cavi saranno del tipo FG21M21 o equivalenti (rame o alluminio), indicati per interconnessioni dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Si tratta di cavi unipolari flessibili con tensione nominale 1500 V c.c. per impianti fotovoltaici con isolanti e guaina in mescola reticolata a basso contenuto di alogeni testati per durare più di 25 anni.

Essi sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate oppure in sistemi chiusi similari, sono resistenti all'ozono secondo EN50396, ai raggi UV secondo HD605/A1. Inoltre, sono testati per durare nel tempo secondo la EN 60216

Le condizioni di posa sono:

- Temperatura minima di installazione e maneggio: -40°C
- Massimo sforzo di tiro: 15 N/mm<sup>2</sup>
- Raggio minimo di curvatura per diametro del cavo D (in mm): 6D

### 9.7.3 Cavi alimentazione trackers

Si prevede l'installazione di cavi di bassa tensione utilizzati per alimentare elettricamente i motori presenti sulle strutture. Potranno essere installati dei quadri di distribuzione per alimentare più motori contemporaneamente. Questi cavi sono alloggiati sia sulle strutture (nei profilati metallici della struttura) che interrati, a seconda del percorso previsto dal quadro BT del sottocampo di appartenenza fino al motore elettrico da alimentare. In alternativa i motori potrebbero essere alimentati dalle string box con alimentatori DC/AC, senza modificare né le caratteristiche dei cavi né il tipo di posa.

Si utilizzerà un cavo per energia, isolato con gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propagante l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi (tipo FG7R).

### 9.7.4 Cavi Dati

Costituiscono i cavi di trasmissione dati riguardanti i vari sistemi (fotovoltaico, trackers, stazioni meteo, antintrusione, videosorveglianza, contatori, apparecchiature elettriche, sistemi di sicurezza, connessione verso l'esterno, ecc.)

Le tipologie di cavo possono essere di due tipi:

- Cavo RS485 per tratte di cavo di lunghezza limitata;
- Cavo in F.O., per i tratti più lunghi.

### 9.7.5 Cavi MT

#### 9.7.5.1 *Tracciato dei cavi*

I cavi MT collegano i vari gruppi di conversione tra loro fino alla cabina utente. Il tracciato dei cavi MT si può distinguere in:

- Interno al perimetro dell'impianto fotovoltaico:  
interessa il collegamento dei gruppi di conversione all'interno di ogni area. I cavi sono posati a lato delle strade interne dell'impianto fotovoltaico. I tracciati interni che collegano i gruppi di conversione sono progettati per ridurre al minimo il percorso stesso, garantendo comunque i raggi minimi di curvatura previsti dalla Normativa.
- Esterno al perimetro dell'impianto:  
le dorsali al di fuori dell'impianto fotovoltaico prevedono il tracciato riportato nelle tavole allegate al presente progetto.

Lungo le strade provinciali o comunali, i cavi sono posati in banchina o al di sotto della carreggiata.

In entrambi i casi, i cavi selezionati sono realizzati con adeguata protezione meccanica tale da consentire la posa direttamente interrata, senza la necessità di prevedere ulteriori protezioni. La posa dei cavi è prevista ad una profondità minima di 1,2 m e in formazione a trifoglio. È prevista la posa di apposito nastro segnalatore e ball marker per individuare il percorso dei cavi, i giunti, le interferenze con altri sottoservizi ed i cambi di direzione. I tipici di posa dei cavi MT sono rappresentati nelle tavole PVFRL02\_T12 e PVFRL02\_T13.

#### 9.7.5.2 *Caratteristiche dei cavi*

Ciascun tratto di collegamento tra i gruppi di conversione e la stazione utente è stato

opportunamente dimensionato in accordo alla normativa tecnica, secondo i criteri di portata, corto circuito, e massima caduta di tensione ammissibile. Le principali caratteristiche tecniche dei cavi a 30 kV sono riportate nella seguente tabella (dati preliminari).

Grandezza	Valore
Tipo	Unipolari
Materiale conduttore	Alluminio
Materiale isolante	XLPE
Schermo metallico	Alluminio
Guaina esterna	PE resistente all'urto (adatti alla posa direttamente interrata)
Tensione nominale (U <sub>0</sub> /U/U <sub>m</sub> ):	18/30/36 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Sezione	95 ÷ 500 mm <sup>2</sup>

Tabella 9-1 – Caratteristiche cavi 30 kV

Un esempio del cavo utilizzato per le dorsali 30 kV è riportato nella seguente figura:

## ARE4H5E 18/30kV SR/0,2

### DESCRIZIONE

Cavo unipolare con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE) a spessore ridotto, schermo a nastro di alluminio, guaina in polietilene (PE). Cavo dotato di barriera radiale e longitudinale all'acqua.

#### Applicazioni:

Cavo adatto per posa fissa, in interno o esterno, in aria o direttamente / indirettamente interrato, anche in ambiente umido.

#### Costruzione:

- **Conduttore:** corda rotonda, rigida, compatta di **alluminio – Cl. 2 (IEC 60228)**
- **Semiconduttore interno:** miscela semiconduttiva estrusa
- **Isolamento:** miscela estrusa di polietilene reticolato (**XLPE**)
- **Semiconduttore esterno:** miscela semiconduttiva estrusa – **non pelabile**
- **Barriera longitudinale:** nastro semiconduttivo "water blocking"
- **Schermo e barriera radiale:** nastro di alluminio con applicazione longitudinale (spessore nominale: 0,2 mm)
- **Guaina:** miscela di Polietilene estruso - Colore: **rosso**.

#### Caratteristiche funzionali:

- **Tensione nominale U<sub>0</sub>/U:** 18/30 kV
- **Temperatura max. di esercizio del conduttore:** 90°C
- **Temperatura max. di cortocircuito del conduttore:** 250°C (max 5s)
- **Temperatura max. di cortocircuito dello schermo:** 150°C
- **Temperatura min. di posa:** -25°C
- **Sforzo max. di trazione sul conduttore durante l'installazione:** 50 N/mm<sup>2</sup>
- **Raggio min. di curvatura durante l'installazione:** 14D<sub>cavo</sub>



### NORME

Internazionale HD 620;  
IEC 60502-2

Figura 9-9 – Esempio cavi 30 kV

## 9.8 RETE DI TERRA

La rete di terra è realizzata in accordo alla normativa vigente (CEI EN 50522 e CEI 82-25) in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto che la stessa impone.

Il dispersore è costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

## 9.9 MISURE DI PROTEZIONE E SICUREZZA

### 9.9.1 Protezione contro il corto circuito

Per la parte di rete in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente è limitata a valori di poco superiori alla corrente dei moduli fotovoltaici, a causa della caratteristica corrente/tensione dei moduli stessi. Tali valori sono dichiarati dal costruttore. A protezione dei circuiti sono installati, in ogni cassetta di giunzione dei sottocampi, fusibili opportunamente dimensionati.

Nella parte in corrente alternata la protezione è realizzata da un dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso. L'interruttore posto sul lato CA dell'inverter serve da ricalzo al dispositivo posto nel gruppo di conversione.

### 9.9.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di prodotti con marcatura CE;
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di isolamento e alloggiati in condotti portacavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati).

### 9.9.3 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale dell'impianto.

Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

### 9.9.4 Misure di protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che la probabilità della fulminazione diretta non è influenzata in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta sarà realizzata soltanto mediante un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiarne i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata. In aggiunta, considerata l'estensione dei collegamenti elettrici, tale protezione è rafforzata dall'installazione di idonei SPD (Surge Protective Device – scaricatori di sovratensione) posizionati nella sezione CC delle cassette di giunzione (String Box).

## 9.10 SISTEMI AUSILIARI

### 9.10.1 Sistema di sicurezza e sorveglianza

L'impianto di videosorveglianza è dimensionato per coprire i perimetri recintati delle aree di impianto.

Il sistema è di tipo integrato ed utilizza:

- Telecamere per vigilare l'area della recinzione, accoppiate a lampade a luce infrarossa per assicurare una buona visibilità notturna;
- Telecamere tipo DOME nei punti strategici e in corrispondenza delle cabine/power station;
- Cavo microfonico su recinzione o in alternativa barriere a microonde installate lungo il perimetro, per rilevare eventuali effrazioni;
- Rivelatori volumetrici da esterno in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) e delle cabine/power station e da interno nelle cabine e/o container;
- Sistema d'illuminazione vicino le cabine a LED o luce alogena ad alta efficienza, da utilizzare come deterrente. Nel caso sia rilevata un'intrusione l'illuminazione relativa a quella cabina viene attivata.

È quindi possibile rilevare le seguenti situazioni:

- Sottrazione di oggetti;
- Passaggio di persone;
- Scavalco o intrusione in aree definite;
- Segnalazione di perdita segnale video, oscuramento, sfocatura e perdita di inquadratura.

L'impianto è dotato di sistema di controllo e monitoraggio centralizzato tale da permettere la visualizzazione in ogni istante delle immagini registrate, eventualmente anche da remoto.

L'archiviazione dei dati avviene mediante salvataggio su Hard Disk o Server.

### 9.10.2 Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di monitoraggio e controllo è costituito da una serie di sensori atti a rilevare, in tempo reale, i parametri ambientali, elettrici, dei tracker e del sistema antintrusione/TVCC dell'impianto e da un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati centralizzato (SAD – Sistema Acquisizione Dati), in accordo alla norma CEI EN 61724.

I dati raccolti ed elaborati servono a valutare le prestazioni dell'impianto, il corretto funzionamento dei tracker, la sicurezza dell'impianto e a monitorare la rete elettrica.

I sensori sono installati direttamente in campo, nelle stazioni meteorologiche (costituite da termometro, barometro, piranometri/albedometro, anemometro), string box o nelle cabine e misurano, le seguenti grandezze:

- Irraggiamento solare;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura dei moduli;
- Tensione e corrente in uscita all'unità di generazione;
- Potenza attiva e corrente in uscita all'unità di conversione;
- Tensione, potenza attiva ed energia scambiata al punto di consegna;
- Stato interruttori generali MT e BT;
- Funzionamento tracker.

### 9.10.3 Sistema di illuminazione e forza motrice

In tutti i gruppi di conversione e nelle cabine ausiliarie sono previsti i seguenti servizi minimi:

- illuminazione interna;
- illuminazione di emergenza interna mediante lampade con batteria incorporata;
- illuminazione esterna della zona dinanzi alla porta di ingresso, realizzata con proiettore accoppiato con sensore di presenza ad infrarossi;
- impianto di forza motrice costituito da una presa industriale 1P+N+T 16 A - 230 V e una o più prese bipasso 10/16 A Std ITA/TED.

Nelle altre aree esterne non sono in genere previsti punti di illuminazione. Solo in corrispondenza degli accessi (cancelli di ingresso) saranno installati dei proiettori aggiuntivi sempre con sensore di presenza ad infrarossi.

## 9.11 CONNESSIONE ALLA RTN

Le due dorsali di collegamento in MT a 30 kV, che raccolgono la potenza prodotta dall'intero impianto fotovoltaico, sono collegate al quadro in media tensione a 30 kV installato nella cabina della Stazione Utente 132/30 kV, di proprietà della Società. Tale stazione sarà a sua volta collegata ad uno stallo linea condiviso, adiacente alla medesima, mediante un sistema sbarre a 132 kV.

Lo stallo condiviso a sua volta sarà collegato in antenna, mediante un cavidotto a 132 kV, sullo stallo RTN alla sezione 132 kV della Stazione Elettrica (SE) RTN 220/132 kV denominata "Udine Nord Est".

Il nuovo elettrodotto in antenna a 132 kV per il collegamento dell'impianto fotovoltaico allo stallo a 132 kV della Stazione Elettrica (SE) RTN 220/132 kV denominata "Udine Nord Est" costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

## 10 REALIZZAZIONE IMPIANTO

Le opere di costruzione dell'impianto constano in:

- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- posa in opera e installazione delle strutture di supporto inclusi i moduli fotovoltaici;
- realizzazione degli scavi per la posa di condotti e pozzetti interrati per gli impianti elettrici e per la realizzazione degli impianti di terra;
- posa in opera delle cabine elettriche di impianto, comprese le relative fondazioni;
- realizzazione stazione elettrica di connessione 132 kV e stazione utente 132/30 kV;
- posa in opera del sistema di illuminazione/videosorveglianza, comprese le relative fondazioni;
- posa in opera delle essenze arboree perimetralmente all'area.

### 10.1 RECINZIONE

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza pari a circa 7 km e di altezza pari a 2,0 m con rete elettrosaldata a maglie rettangolari in tonalità RAL 6005 verde muschio da fissare su profili tubolari infissi nel terreno, come meglio specificato nelle tavole che fanno parte integrante del progetto e, in sintesi, nell'immagine che segue.

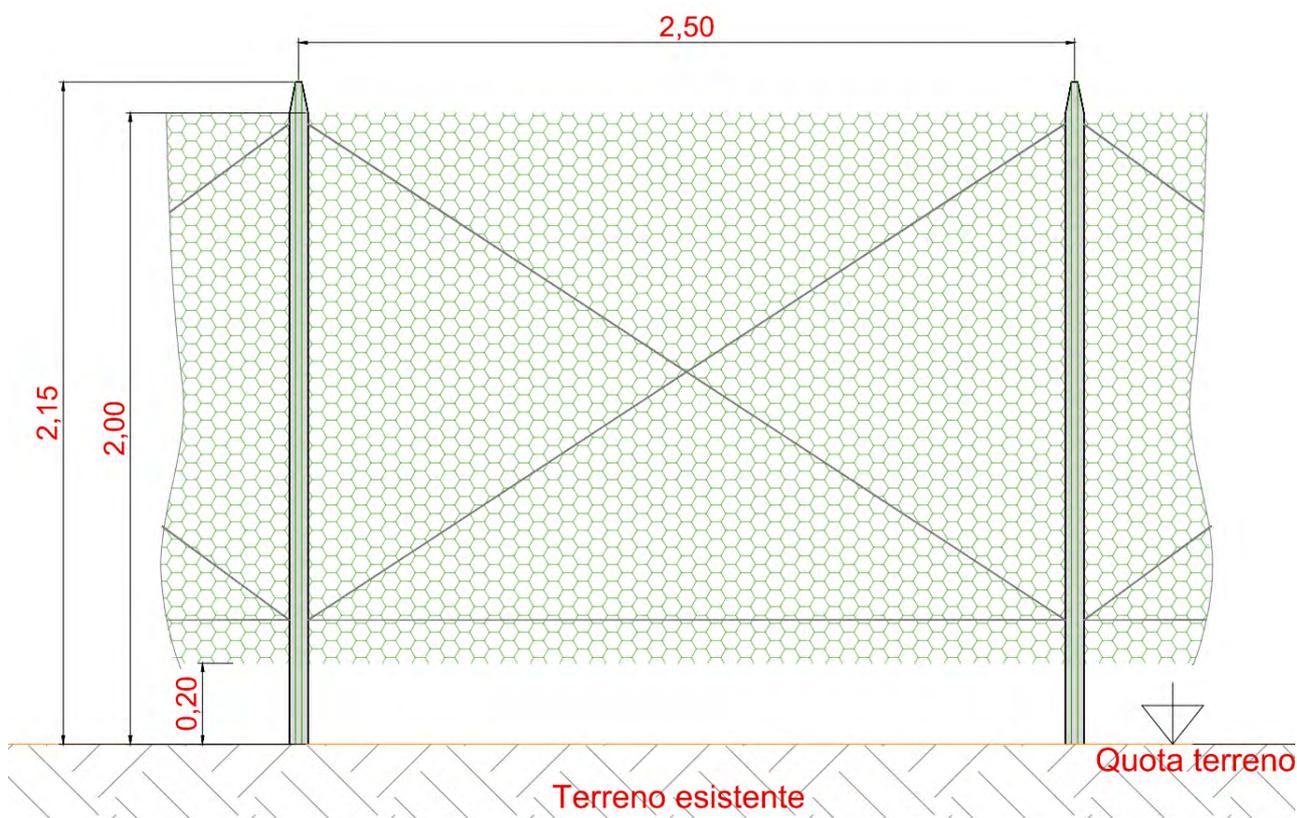


Figura 10-1 – Tipologia tipica recinzione

I paletti saranno di altezza fuori terra di circa 215 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 250 cm. La recinzione sarà sollevata da terra al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica.

## 10.2 VIABILITÀ INTERNA A CARATTERE AGRICOLO

L'impianto è caratterizzato da accessi su viabilità interpoderale e strade vicinali a servizio dell'impianto fotovoltaico e della cabina utente, e da una viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter, necessaria, sia in fase di realizzazione dell'opera che durante l'esercizio dell'impianto, per l'accesso alle parti funzionali dell'impianto e per le operazioni di controllo e manutenzione. Le viabilità interna sarà di larghezza pari a 3 m e avrà un raggio minimo di curvatura interno di 5 m, per consentire un agevole passaggio dei mezzi agricoli in entrambe le direzioni di marcia, come da tavole di progetto e figure seguenti.

Le nuove piazzole e la viabilità a carattere agricolo saranno realizzate, previo opportuno scavo, in misto stabilizzato dello spessore di 10 cm su sottofondo in misto frantumato dello spessore di circa 30 cm.

Le strade interne saranno affiancate da cunette in terra per la raccolta delle acque piovane, tubazioni interrato saranno invece previste in corrispondenza degli attraversamenti per i mezzi agricoli.

Sezioni tipiche delle strade interne all'impianto sono riportate nelle seguenti figure.

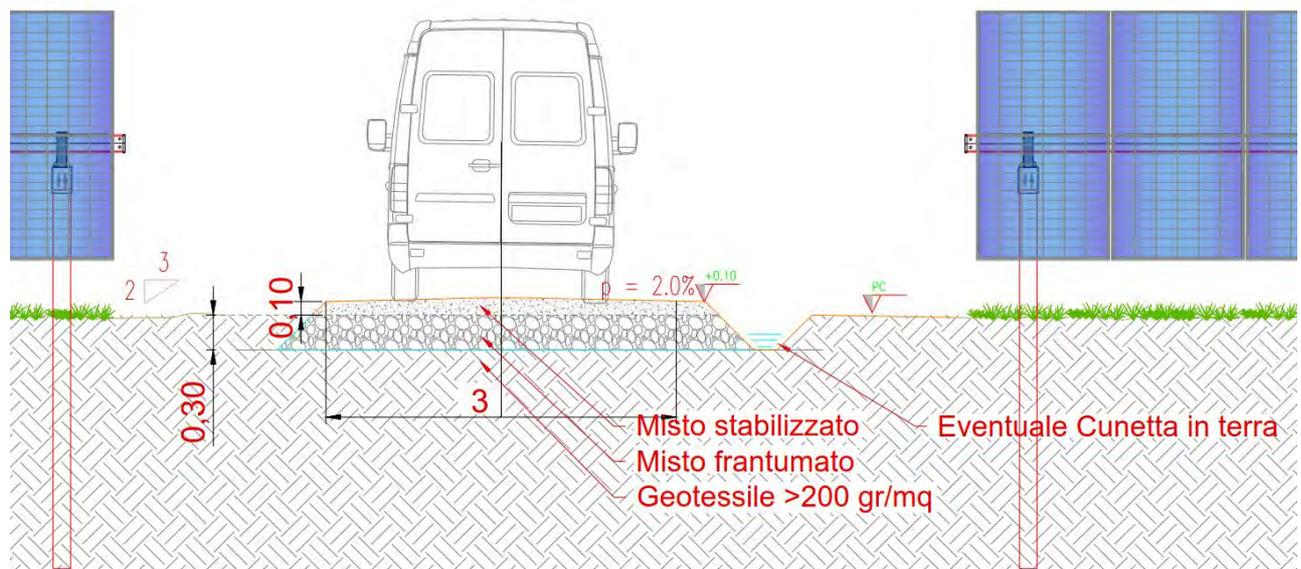


Figura 10-2 – Sezione tipica strada interna con cunetta

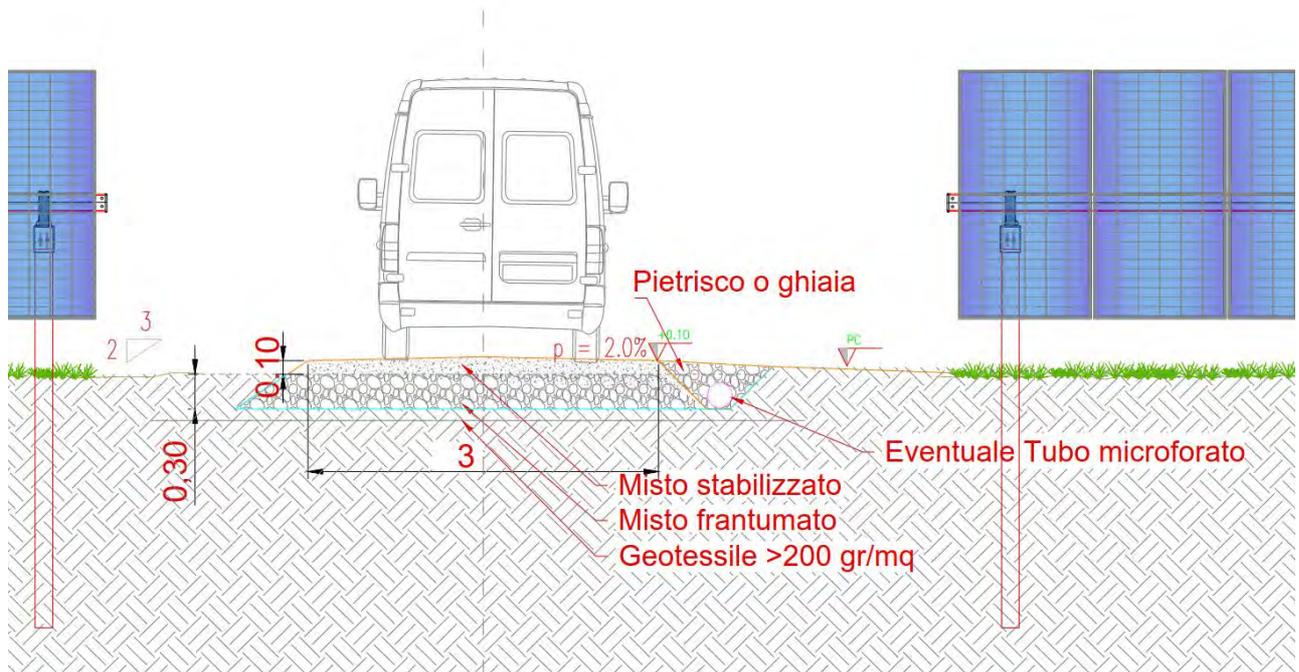


Figura 10-3 – Sezione tipica strada interna con drenaggio

### 10.3 MITIGAZIONE PERIMETRALE

Come indicato nelle tavole di progetto, per la maggior parte dell'estensione della recinzione di impianto, esternamente alla stessa, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di 10 m piantumata con alberi e arbusti. Per un breve tratto della recinzione questa stessa fascia arborea con alberi e arbusti sarà prevista con ampiezza di 5 m, mentre per un altro breve tratto la fascia avrà ampiezza di soli 3 m, realizzati con arbusti, come riportato nelle seguenti figure. La fascia arborea perimetrale contribuirà a schermare l'impianto e contribuirà all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

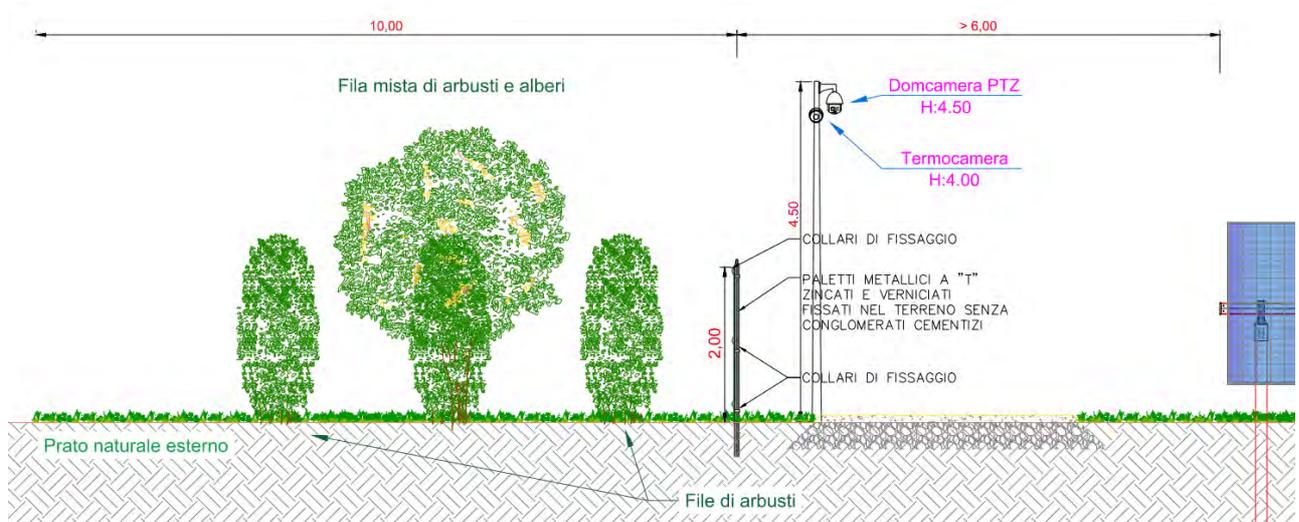


Figura 10-4 – Sezione fascia arborea perimetrale esterna alla recinzione – 10 m

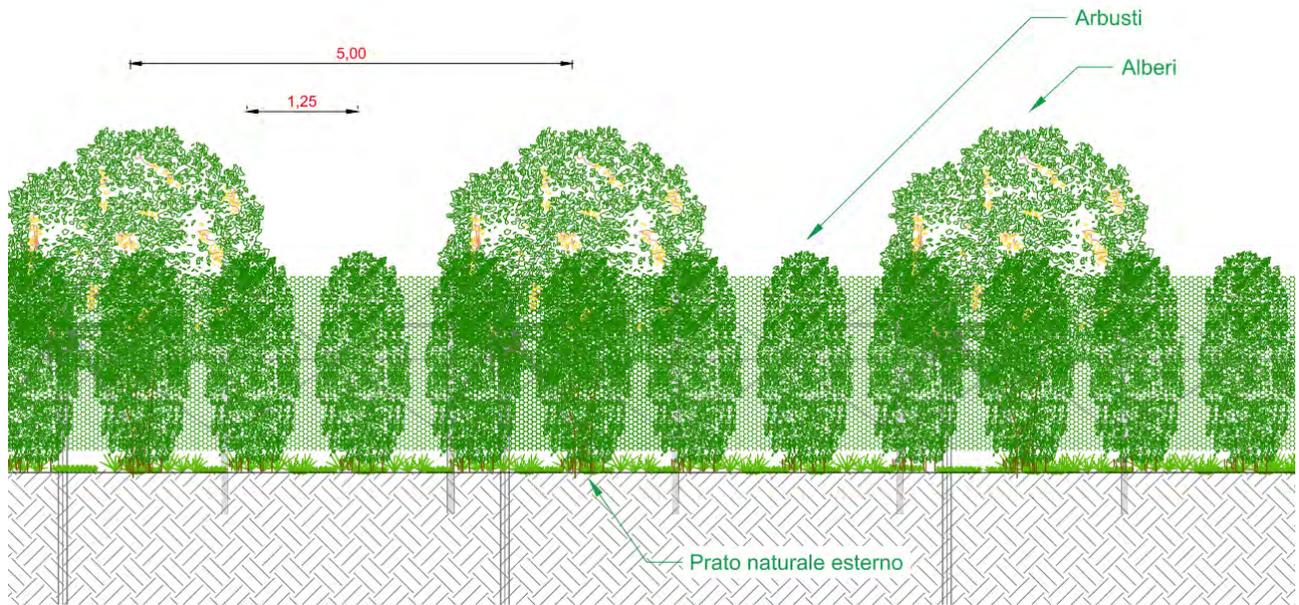


Figura 10-5 – Vista frontale fascia arborea perimetrale esterna alla recinzione

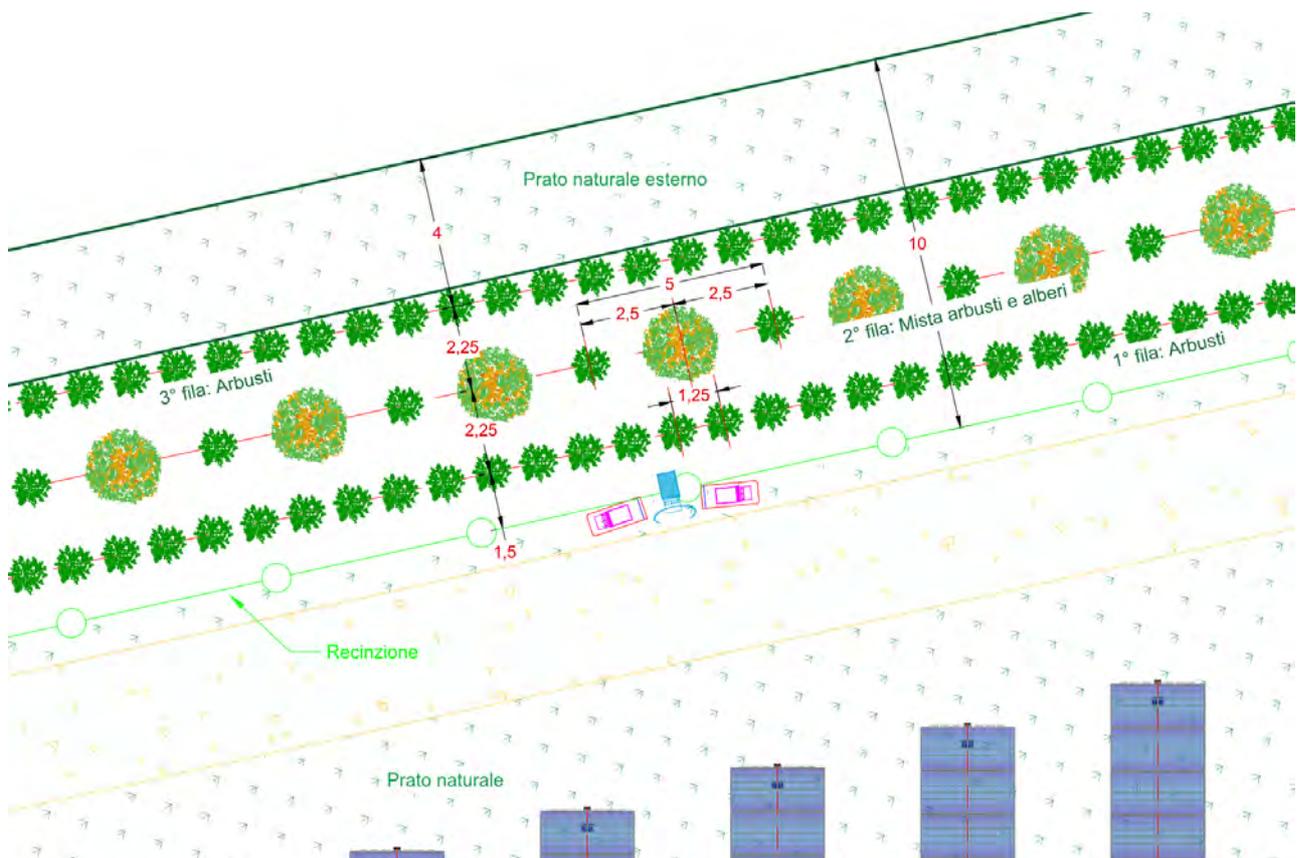


Figura 10-6 – Pianta fascia arborea perimetrale esterna alla recinzione

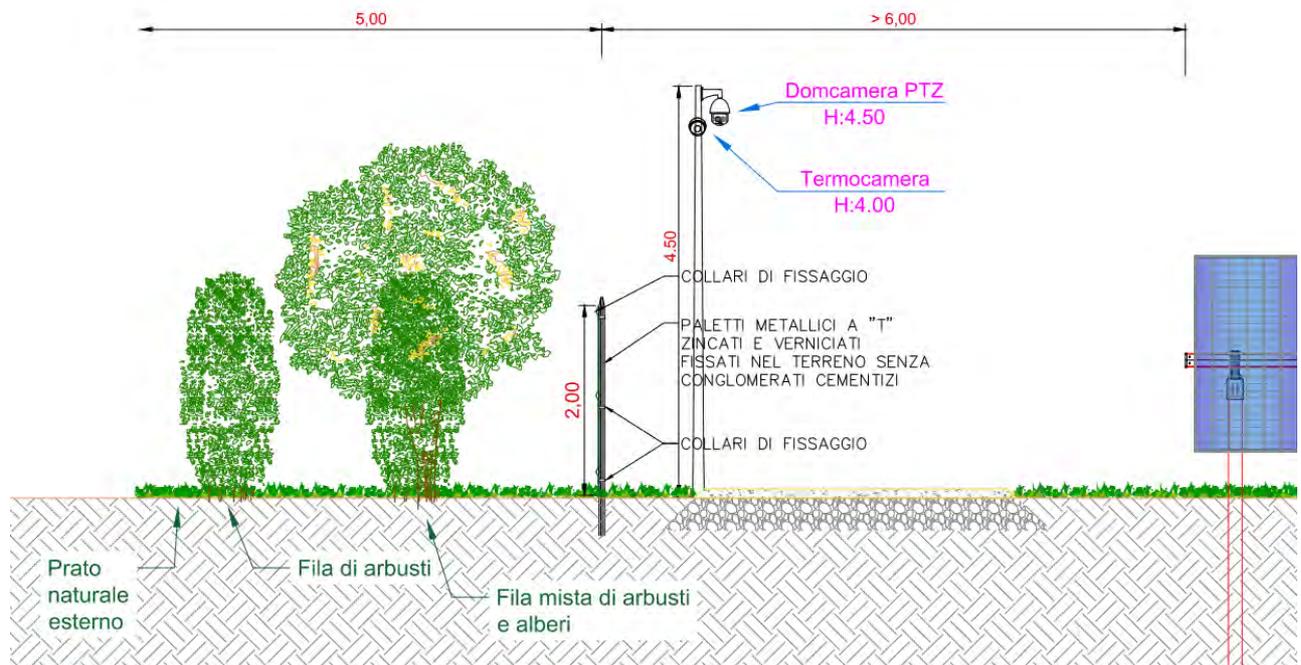


Figura 10-7 – Sezione fascia arborea perimetrale esterna alla recinzione – 5 m

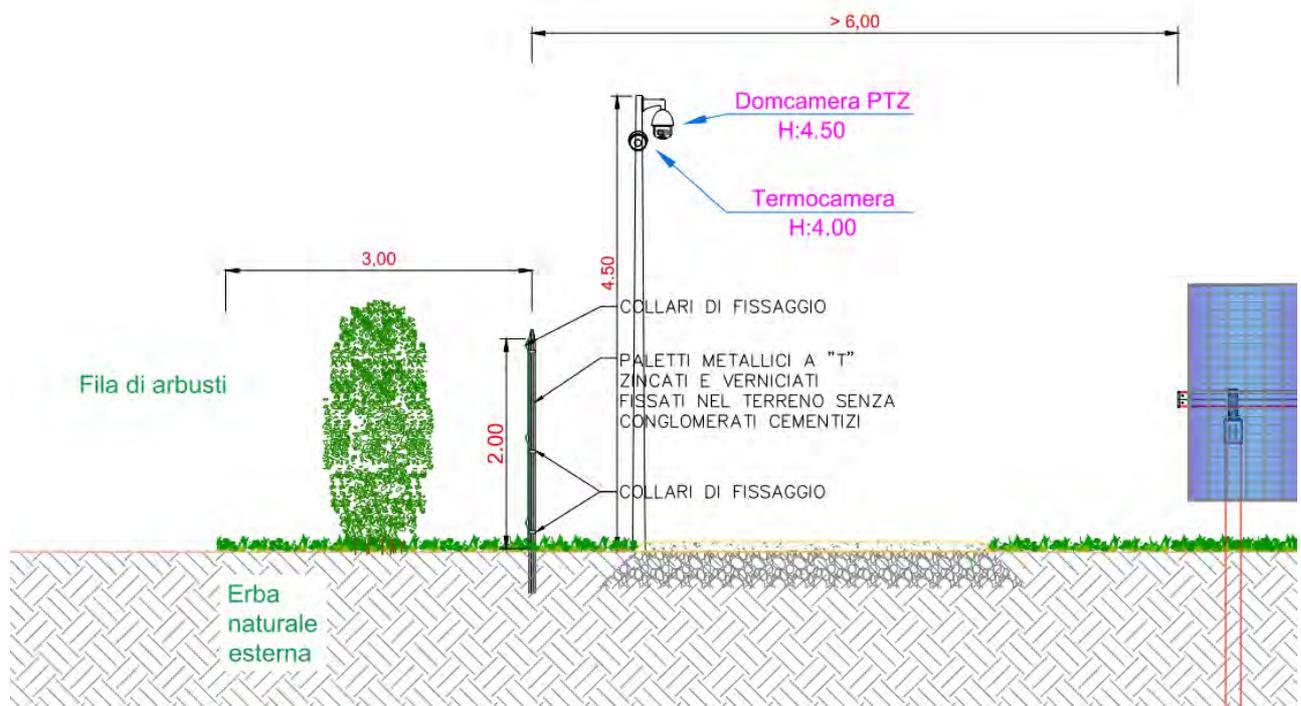


Figura 10-8 – Sezione fascia arborea perimetrale esterna alla recinzione – 3 m

#### 10.4 ELETTRODOTTI

All'interno del campo fotovoltaico verranno realizzati elettrodotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le stringhe dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station.

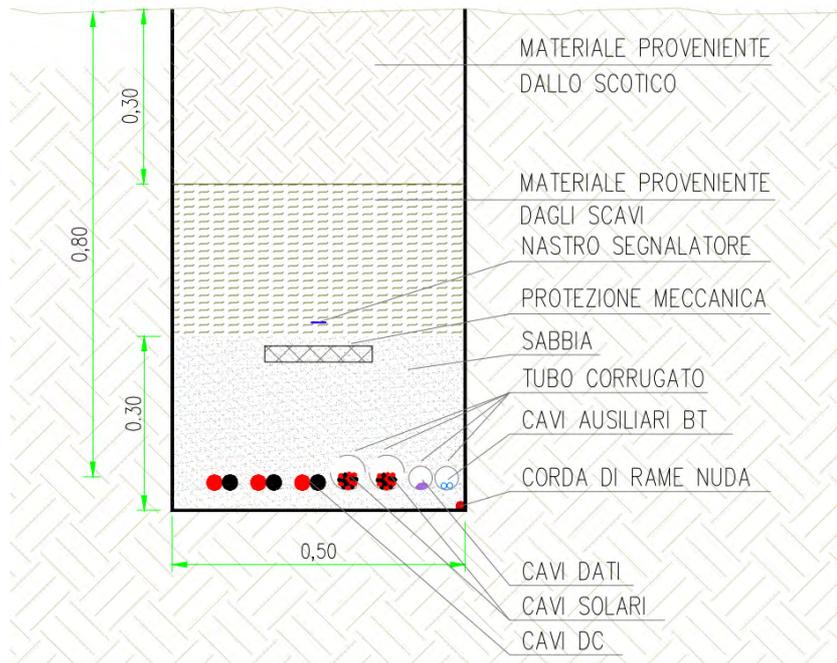


Figura 10-9 – Sezioni tipiche posa cavi BT

Oltre alla rete di distribuzione in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter alle cabine di raccolta MT localizzate in prossimità dell'ingresso all'area di impianto.

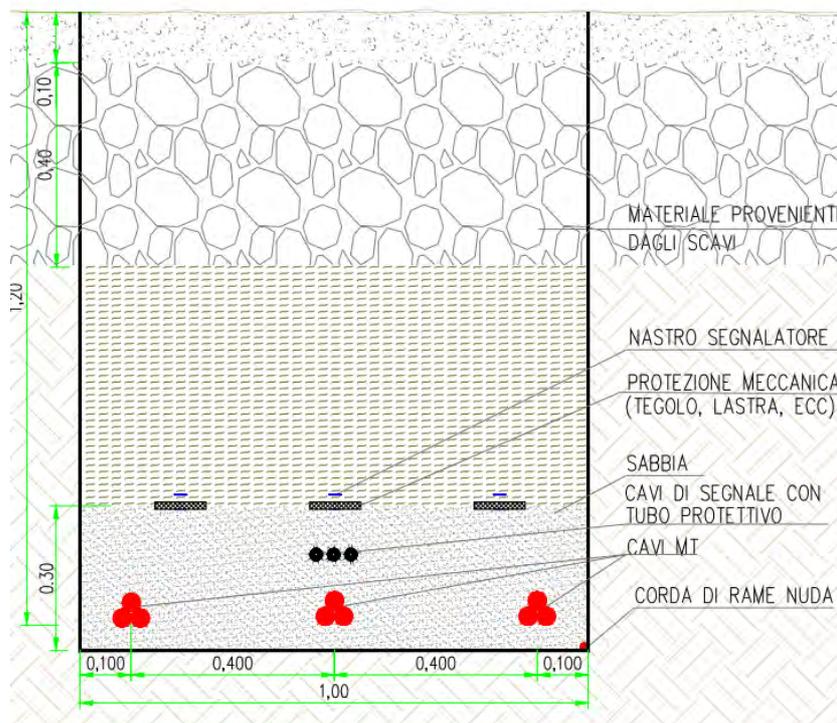


Figura 10-10 – Sezione tipica posa cavi 30 kV

## **10.5 TRASPORTO DI MATERIALI**

Per quanto possibile si farà ricorso a strutture preassemblate e preverniciate, al fine di ridurre al minimo i trasporti e le attività di cantiere.

Per quanto riguarda la posa in opera dei cavidotti interrati è stimabile che siano necessari 6 escavatore per realizzare i cunicoli su cui posare i cavi e circa 8 autocarri per il trasporto della terra e per il trasporto delle cabine skid che giungeranno già assemblate e predisposte per il collegamento elettrico.

## **10.6 USO DI RISORSE**

Durante le attività di cantiere l'approvvigionamento elettrico sarà garantito da gruppi elettrogeni.

L'approvvigionamento idrico avverrà a mezzo stoccaggio in appositi serbatoi serviti da autobotte.

## 11 INTERFERENZE CAVI INTERRATI

Come dettagliato nelle tavole allegate al presente progetto (si vedano le tavole PVFRL02\_T12 e PVFRL02\_T13), il percorso dei cavi MT 30 kV si svolge prevalentemente lungo strade asfaltate e solo in parte lungo strade bianche o in terreno agricolo. La maggior parte del percorso dell'elettrodotto MT 30 kV sarà realizzato con cavi direttamente interrati; lungo le strade asfaltate sarà previsto il ripristino della pavimentazione stradale esistente.

Sezioni specifiche di posa saranno invece adottate per la risoluzione delle interferenze, che sono individuate puntualmente nella tavola PVFRL02\_T24 - Identificazione su CTR delle interferenze dei cavidotti. Le sezioni proposte per la risoluzione delle stesse sono riportate nella tavola PVFRL02\_T25 - Modalità proposta per la risoluzione interferenze dei cavidotti.

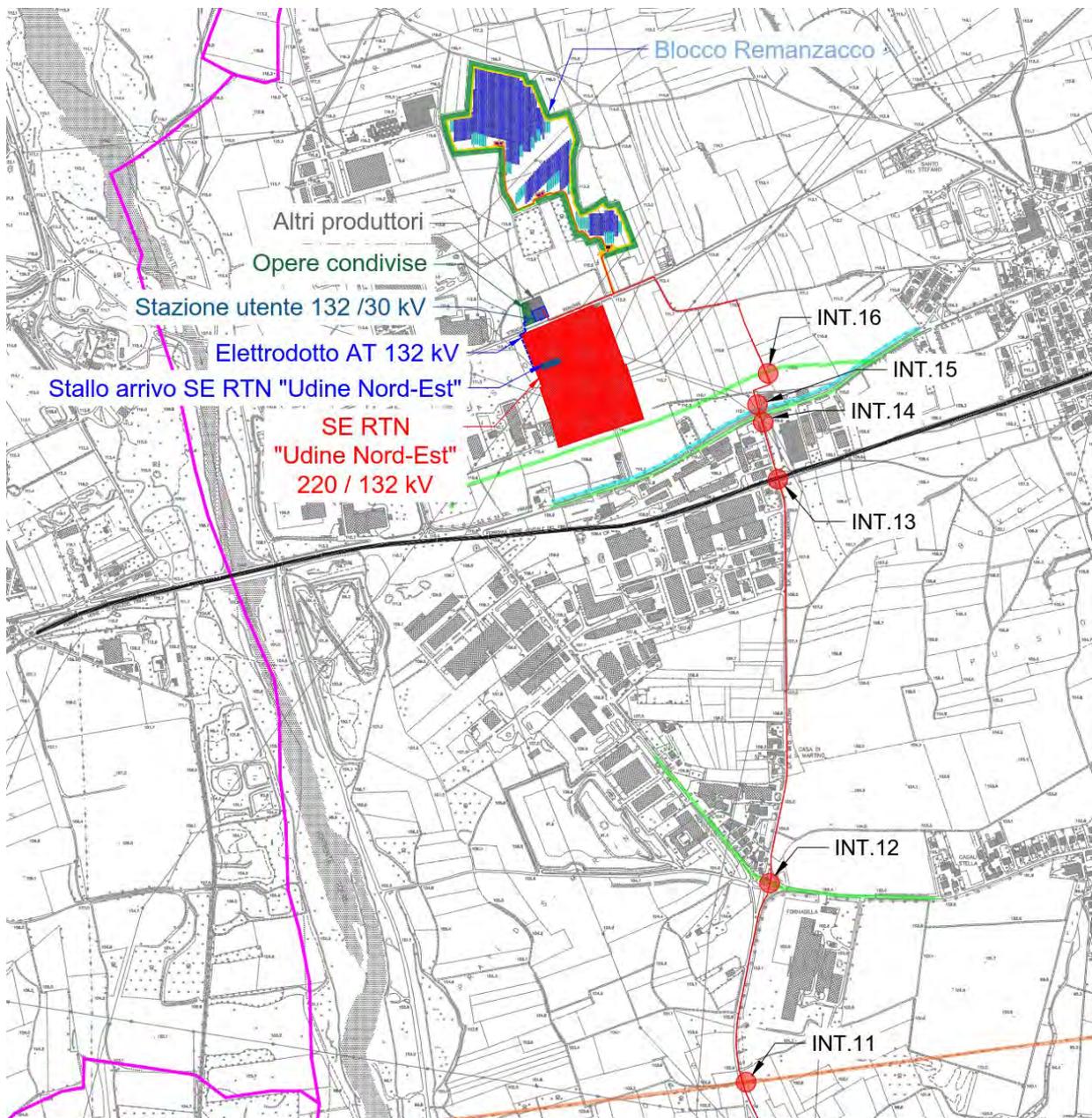


Figura 11-1 – Interferenze con cavidotti interrati impianto – area Nord

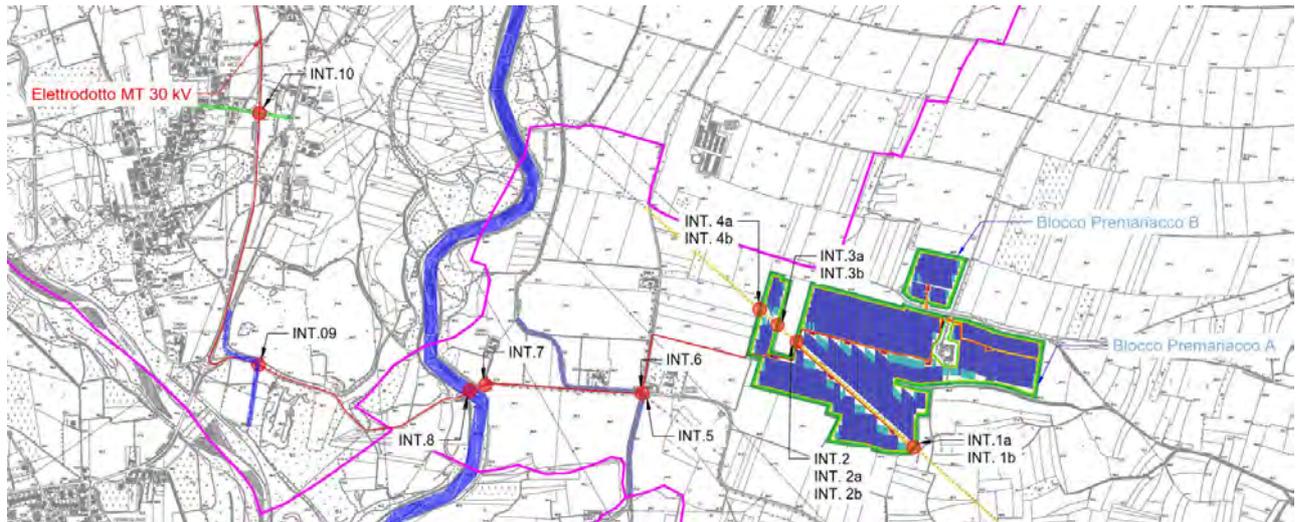


Figura 11-2 – Interferenze con cavidotti interrati impianto – Area Sud

Le interferenze relative agli elettrodotti individuate e le relative risoluzioni sono riportate nella seguente tabella:

ID Int.	Descrizione	Cavi Interrati	Indicazioni per la posa
Int. 02	Interferenza elettrodotto MT interrato di nuova realizzazione con oleodotto esistente	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite protezione meccanica, con profondità di 1 m rispetto all'oleodotto
Int. 05	Interferenza con canale "Roggia Cividina"	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite protezione meccanica, con profondità di 1 m dal manufatto esistente
Int. 06	Interferenza con acquedotto	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite protezione meccanica, con profondità di 1 m dal manufatto esistente
Int. 07	Interferenza con acquedotto	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m rispetto all'acquedotto
Int. 08	Interferenza con Torrente Malina	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m rispetto all'alveo
Int. 09	Interferenza con manufatto esistente (canale)	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m rispetto al manufatto esistente

ID Int.	Descrizione	Cavi Interrati	Indicazioni per la posa
Int. 10	Interferenza con Via di Mezzo	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dalla superficie stradale
Int. 11	Interferenza con metanodotto	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite protezione meccanica, con profondità minima di 1 m rispetto al metanodotto
Int. 12	Interferenza incrocio SP48	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dalla superficie stradale
Int. 13	Interferenza con rete ferroviaria Udine – Cividale del Friuli	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dalle rotaie
Int. 14	Interferenza incrocio con via Alcide de Gasperi	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dalla superficie stradale
Int. 15	Interferenza con acquedotto	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dall'acquedotto
Int. 16	Interferenza Strada Statale 54	NR 2 terne Cavi 30 kV Fibre ottiche e corda di terra	Posa elettrodotto MT tramite tecnologia T.O.C., con profondità maggiore o uguale a 1,5 m dalla superficie stradale

*Tabella 11-1 – Identificazione interferenze*

Si rimanda alla tavola PVFRL02\_T25 - Modalità proposta per la risoluzione interferenze dei cavidotti per i dettagli realizzativi della risoluzione individuata.

## **12 FASI E TEMPI DI ESECUZIONE**

Per il cronoprogramma di esecuzione del progetto si rimanda alla relazione tecnica dedicata, inclusa nel presente progetto.

## **13 MANUTENZIONE**

Gli impianti fotovoltaici connessi in rete devono essere sottoposti a manutenzione periodica, in modo da non determinare perdite di produzione che altrimenti potrebbero compromettere il piano economico e quindi il ritorno dell'investimento.

La manutenzione deve essere svolta da personale qualificato. L'intervento di manutenzione dell'impianto fotovoltaico è da programmare, insieme con le verifiche periodiche, almeno una volta all'anno, meglio all'inizio della primavera, in modo che eventuali difetti non compromettano la produzione del periodo estivo.

La manutenzione consiste nel porre rimedio agli inconvenienti emergenti dall'esame a vista e dalle misure e prove, nell'eseguire le operazioni richieste dal costruttore dell'inverter e nella pulizia dei moduli con acqua (evitare spazzole dure e solventi).

Il progetto deve considerare la disposizione ottimale dei componenti dell'impianto affinché siano facilmente raggiungibili e prevedere gli spazi necessari al personale per la manutenzione. Va quindi garantita l'accessibilità ai moduli, ai quadri e agli inverter, sia per le prove e misure che per eventuali sostituzioni di componenti.

Gli inverter sono dotati di display che indica i principali parametri dell'impianto e quindi consente di avere un'indicazione di massima sulle condizioni complessive dell'impianto stesso ed è accessoriabile con sistemi di monitoraggio.

Infine, è opportuno predisporre un registro su cui riportare i risultati delle verifiche, gli interventi di manutenzione, i guasti e le anomalie che hanno interessato l'impianto.

## 14 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

### 14.1 RICADUTE SOCIALI

I principali benefici attesi, in termini di ricadute sociali, connessi con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, consistono nelle misure di compensazione orientate a interventi di miglioramento ambientale e di efficienza energetica e a sensibilizzazione dei cittadini sui relativi temi.

Per quanto concerne gli aspetti legati ai possibili risvolti socioculturali derivanti dagli interventi in progetto, nell'ottica di aumentare la consapevolezza sulla necessità delle energie alternative, la Società si rende disponibile a collaborare con eventuali iniziative dedicate alla diffusione ed informazione circa la produzione di energia da fonte rinnovabile quali ad esempio:

- visite didattiche nell'Impianto fotovoltaico aperte alle scuole ed università;
- campagne di informazione e sensibilizzazione in materie di energie rinnovabili,
- attività di formazione dedicate al tema delle energie rinnovabili aperte alla popolazione.

### 14.2 RICADUTE OCCUPAZIONALI

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere di connessione coinvolge un numero rilevante di persone: occorrono infatti tecnici qualificati (agronomi, geologi, consulenti locali) per la preparazione della documentazione da presentare per la valutazione di impatto ambientale e per la progettazione dell'impianto, nonché personale per l'installazione delle strutture e dei moduli, per la posa dei cavi, per l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche, per il trasporto dei materiali, per la realizzazione delle opere civili, per l'avvio dell'impianto, per la preparazione delle aree per l'attività agricola, ecc.

Le esigenze di funzionamento e manutenzione dell'Impianto fotovoltaico contribuiscono alla creazione di posti di lavoro locali ad elevata specializzazione, quali tecnici specializzati nel monitoraggio e controllo delle performance d'impianto ed i responsabili delle manutenzioni periodiche su strutture metalliche ed apparecchiature elettromeccaniche.

A queste figure si deve poi assommare il personale tecnico che sarà impiegato per la pulizia dei moduli fotovoltaici ed i lavoratori agricoli impiegati nelle attività di coltivazione e raccolta delle colture dell'impianto fotovoltaico. Il personale sarà impiegato regolarmente per tutta la vita utile dell'impianto, stimata in circa 30 anni.

Gli interventi in progetto comporteranno significativi benefici in termini occupazionali, di seguito riportati:

- vantaggi occupazionali per la fase di cantiere;
- vantaggi occupazionali per la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico, quantificabili in:
  - tecnici impiegati periodicamente per le attività di manutenzione e controllo delle strutture, dei moduli, delle opere civili;
  - vantaggi occupazionali indiretti, quali impieghi occupazionali indotti dall'iniziativa per aziende che graviteranno attorno all'esercizio dell'impianto fotovoltaico, quali ditte di carpenteria, edili, società di consulenza, società di vigilanza, imprese agricole, ecc.

Le attività di lavoro indirette saranno svolte prevalentemente ricorrendo ad aziende e a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

### **14.3 RICADUTE ECONOMICHE**

Gli effetti positivi socioeconomici relativi alla presenza di un impianto fotovoltaico che riguardano specificatamente le comunità che vivono nella zona di realizzazione del progetto possono essere di diversa tipologia.

In primis, ai sensi dell'Allegato 2 (Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative) al D.M. 10/09/2010 *"Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"*, *"..l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative a carattere non meramente patrimoniale a favore degli stessi comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientali correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi"*.

Oltre ai benefici connessi con le misure compensative che saranno concordate con i comuni interessati, un ulteriore vantaggio per le amministrazioni locali e centrali è connesso con gli ulteriori introiti legati alle imposte.

Inoltre, nella valutazione dei benefici attesi per la comunità occorre necessariamente considerare il meccanismo di incentivazione dell'economia locale derivante dall'acquisto di beni e servizi che sono prodotti, erogati e disponibili nel territorio di riferimento. In altre parole, nell'analisi delle ricadute economiche locali è necessario considerare le spese che la Società sosterrà durante l'esercizio, in quanto i costi operativi previsti saranno direttamente spesi sul territorio, attraverso l'impiego di manodopera qualificata, professionisti ed aziende reperiti sul territorio locale.

## 15 TERMINOLOGIA

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici a costituire sistemi elettrici di generazione di potenza destinati ad essere connessi alla rete elettrica.

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.
- **Angolo di inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.
- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.
- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.
- **Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).
- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase. I componenti fondamentali dell'impianto sono:
  - il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
  - il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).
- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.
- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.
- **Quadro di campo:** o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.

- **Quadro di consegna:** o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.
- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.
- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.
- **Società Elettrica:** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.

## 16 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Normativa di carattere generale e leggi di riferimento

- Decreto Ministeriale 06/08/2010
- Delibera n°260/06
- D.Lgs. 152 del 03/04/2006 "Norme in materia ambientale"
- Delibere 88/07, 89/07, 90/07
- Delibera n. 188/05 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas
- Decreto Ministeriale 28/07/2005 e successive modifiche ed integrazioni
- Decreto legislativo 29/12/2003 n.387
- Decreto del Ministero Ambiente 16/03/2001
- Delibera n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (G.U. n. 19 del 24 gennaio 2001)
- Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 200 kW
- Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990)

Norme per la sicurezza degli impianti

- Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)
- Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)
- Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996)

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n. 11951 - Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5111171 n. 1086
- Decreto 14 febbraio 1992

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- Decreto 16 gennaio 1996

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

- Decreto 16 gennaio 1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156AA.GG./STC
- Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di

sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996

- Decreto 14 agosto 1996 n. 493 (G.U. n. 223 del 14 agosto 1996)
- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG
- Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996

Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 150 V in corrente continua;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili.
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 461/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici;
- ENEL DV 606 - Marzo 1997 - Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori;
- ENEL DK 5940 - Criteri di allacciamento di impianti di autoproduzione alla rete BT di distribuzione;
- ENEL DK 5740 - Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete MT di distribuzione -

- Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- IEC 1646: Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules n Design qualification and type approved;
  - CEI 82-4 (EN 61173) - Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia;
  - Guida CEI 82-8 (EN 61215) Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
  - CEI 82-9 (EN 61727) - Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
  - CEI 22-7 (EN 60146-1-1) - Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
  - CEI 22-8 (EN 60146-1-3) Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
  - CEI 22-9 (EN 50091-2) UPS - Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC);
  - CEI 74-4 (EN 50091-1) UPS - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza, che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23;
  - CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 411995, per i limiti delle armoniche in rete;
  - CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 1011995, per le fluttuazioni di tensione;
  - CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8, per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF.
  - CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;
  - CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
  - CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12;
  - CEI EN 50443, "Effetti delle interferenze elettromagnetiche sulle tubazioni causate da sistemi di trazione elettrica ad alta tensione in corrente alternata e/o da sistemi di alimentazione ad alta tensione in corrente alternata"
  - 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", prima edizione, 2006:02;
  - CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
  - CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a";

- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo".

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materie, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.