

Comune di Gavignano

Comune di Paliano

Comune di Anagni

Committente:

# GRUPOTEC SOLAR ITALIA 15 SRL



Via Statuto, 10 - 20121 Milano - Italy  
pec: grupotecsolaritalia15srl@legalmail.it

## PROCEDIMENTO VIA NAZIONALE ai sensi degli artt. 23-24-25 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Denominazione progetto:

### REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"

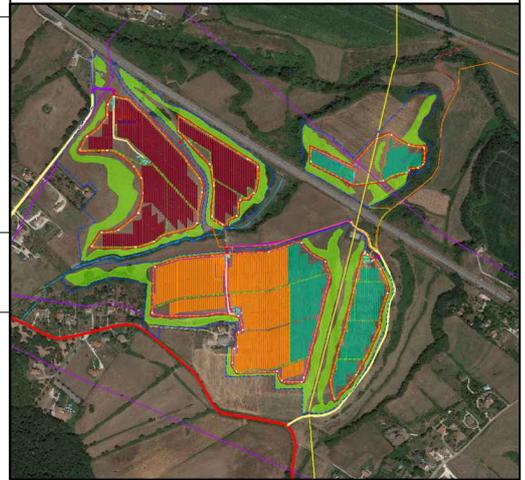
Potenza nominale complessiva = 16.428,75 kWp

Sito in:

**COMUNI DI GAVIGNANO (RM), PALIANO (FR) E ANAGNI (FR)**

Titolo elaborato:

## Relazione tecnico-descrittiva



Elaborato n. **EL01**

Scala -

Responsabile Coordinamento e revisione progetto : Ing. Nicodemo Agostino

TIMBRI E FIRME:

Progettisti : Grupotec Solar Italia 15 s.r.l.

Collaboratori : -



REV.:	REDAZIONE:	CONTROLLO:	APPROVAZIONE :	DATA:
00	Maria Dolores Torregrosa	Ing. Nicodemo Agostino	Ing. Nicodemo Agostino	13/12/2021
01	Maria Dolores Torregrosa	Ing. Nicodemo Agostino	Ing. Nicodemo Agostino	25/11/2022
02				

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:



**Flyren Development S.r.l.**  
Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 Torino (TO)  
tel: 011/ 8123575 - fax: 011/ 8127528  
email: info@flyren.eu  
web: www.flyren.eu  
C.F. / P. IVA n. 12062400010

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 1 di 45

<b>1. OBIETTIVO .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>2</b>
2.1. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DEL SITO .....	3
2.2. DESCRIZIONE DEL SITO DI IMPIANTO.....	3
2.3. COLLEGAMENTO DELL'IMPIANTO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE .....	4
2.4. VALUTAZIONI METEOROLOGICHE DEL SITO E DI PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO .....	5
<b>3. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>4. SINTESI TECNICA DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>7</b>
<b>5. DESCRIZIONE TECNICA DEI PRINCIPALI COMPONENTI DI IMPIANTO.....</b>	<b>12</b>
5.1. MODULI FOTOVOLTAICI .....	12
5.2. INVERTER .....	14
5.3. STRUTTURE DI SUPPORTO DEI MODULI FOTOVOLTAICI .....	15
5.4. QUADRI ELETTRICI PRINCIPALI AC .....	17
5.5. TRASFORMATORI ELEVATORI MT/BT .....	17
5.6. CABINE DI CONSEGNA.....	20
✓ APPARECCHIATURE E DOTAZIONI DELLE CABINE DI CONSEGNA .....	20
✓ EDIFICIO DESTINATO A CABINA DI CONSEGNA CON LOCALE MISURE E LOCALE UTENTE .....	20
✓ APPARECCHIATURE E DOTAZIONI DELLA CABINA DI UTENZA.....	21
5.7. CABINA DI SEZIONAMENTO .....	21
✓ EDIFICIO DESTINATO A CABINA DI SEZIONAMENTO.....	22
5.8. CABINE DI CONTROLLO E MONITORAGGIO.....	22
5.9. SCADA 23	
5.10. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA TVCC .....	24
5.11. IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	25
5.12. DESCRIZIONE DELLE INSTALLAZIONI DI BASSA TENSIONE .....	26
✓ DESCRIZIONE GENERALE .....	26
✓ CAVI PER COLLEGAMENTO IN CORRENTE CONTINUA .....	26
✓ CAVI ELETTRICI PER IL COLLEGAMENTO IN CORRENTE ALTERNATA.....	27
✓ CAVIDOTTI PER LINEE DI BASSA TENSIONE .....	27
✓ DESCRIZIONE DEI COLLEGAMENTI IN MEDIA TENSIONE .....	27
<b>6. FASE DI CANTIERE .....</b>	<b>30</b>
6.1. STRUTTURE DI SUPPORTO .....	31
✓ CRITERI DI INSTALLAZIONE DELLE STRUTTURE DI SUPPORTO.....	31
✓ ASSEMBLAGGIO DELLE STRUTTURE DEI MODULI FOTOVOLTAICI .....	31
6.2. OPERE EDILI .....	32
✓ MOVIMENTO TERRA .....	32
✓ STRADE .....	33
✓ RECINZIONE .....	34
✓ FONDAZIONI .....	35
✓ SCAVI.....	36
6.3. CONSUMI PREVISTI IN FASE DI COSTRUZIONE .....	37
✓ FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA .....	37
✓ RIFIUTI .....	37
✓ ACQUA POTABILE .....	38
<b>7. PIANIFICAZIONE DELLA LOGISTICA E CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>38</b>
7.1. PIANIFICAZIONE DELLA LOGISTICA .....	38
7.2. STIMA DEL TRAFFICO VEICOLARE – NUMERO DI CAMION .....	41
7.3. CRONOPROGRAMMA .....	42
<b>8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>43</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 2 di 45

## 1. Obiettivo

La finalità del presente documento è la descrizione tecnica e l'individuazione delle condizioni generali di progetto di un impianto fotovoltaico installato a terra, da connettere alla rete elettrica in Media Tensione del Gestore di Rete e-Distribuzione, avente una potenza di picco in corrente continua pari a **16,43 MWp**, localizzato nel Comune di Gavignano, Città Metropolitana di Roma Capitale, Regione Lazio. L'estensione del cavidotto di connessione fino alla cabina primaria di "Castellaccio" coinvolge anche il Comune di Anagni e il Comune di Paliano, entrambi in provincia di Frosinone. La presente relazione analizza e descrive le caratteristiche generali delle principali apparecchiature e sistemi impiegati nell'impianto fotovoltaico.

## 2. Descrizione generale dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto di progettazione sarà situato indicativamente a 5 km in direzione Est dal Comune di Colferro. Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra con una potenza di picco complessiva pari a **16,43 MWp**. L'impianto sarà suddiviso in 3 zone di impianto identificate come:

- Area di Impianto T1 di potenza complessiva **5,72 MWp**;
- Area di Impianto T2 di potenza complessiva **4,40 MWp**;
- Area di Impianto T3 di potenza complessiva **6,31 MWp**.

Il sito di installazione è caratterizzato da terreno regolare che lo rende ottimale per la realizzazione di un impianto fotovoltaico



Immagine 1 – Sito di intervento di Gavignano

## 2.1. Localizzazione geografica del sito

Le coordinate del sito di intervento sono riportate nella seguente tabella:

### INTERVENTO GAVIGNANO

<b>LATITUDINE</b>	41.72° N
<b>LONGITUDINE</b>	13.07° E
<b>ALTEZZA S.L.M.</b>	211 m a.s.l.

Tabella 1 – Coordinate geografiche del sito di intervento di Gavignano

## 2.2. Descrizione del sito di impianto

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato su un terreno agricolo. L'orizzonte del sito è libero e non ci sono colline, costruzioni o vegetazione intensa adiacenti che possano inficiare la produzione fotovoltaica. Il terreno è prevalentemente ricoperto di erba secca con poca vegetazione.

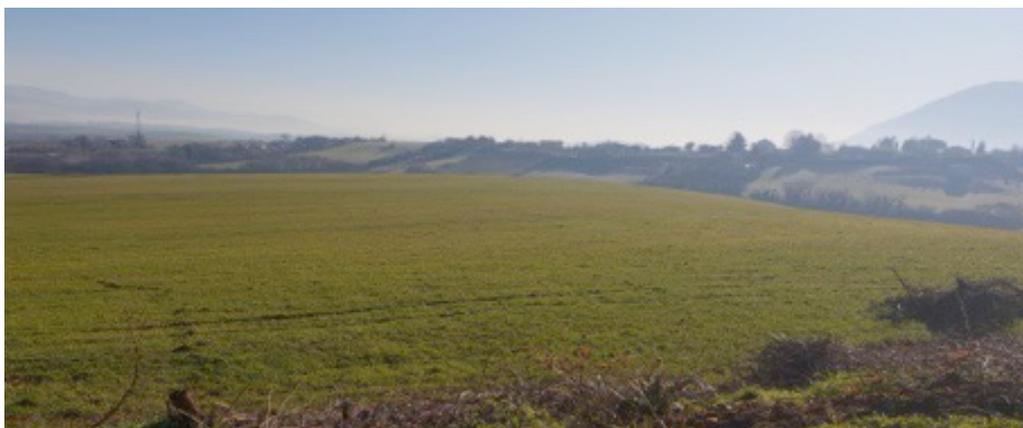


Immagine 2 – Vista del sito di intervento di Gavignano (1/2)



Immagine 3 – Vista del sito di intervento di Gavignano (2/2)

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 4 di 45

### 2.3. Collegamento dell'impianto alla rete elettrica di Distribuzione

Le 3 aree di impianto indicate all'inizio del presente capitolo e riportate sugli elaborati grafici di progetto, afferiscono a tre distinti punti di connessione alla rete elettrica MT del Gestore di Rete E-Distribuzione.

Nel dettaglio:

- L'area di impianto T1, per complessivi **5,72 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434311 e codice POD IT001E938776440 (STMG n. 1);
- L'area di impianto T2, per complessivi **4,40 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434825 e codice POD IT001E938829926 (STMG n. 3);
- L'area di impianto T3, per complessivi **6,31 MWp** immetterà energia elettrica in rete attraverso il punto di connessione di cui alla STMG di E-Distribuzione avente codice di rintracciabilità 255434606 e codice POD IT001E938776466 (STMG n. 2).

Le soluzioni tecniche di connessione sopra indicate (STMG) prevedono quanto di seguito riassunto:

- STMG n. 1. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa 4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. Il cavo per la connessione relativa alla STMG1, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG2 e STMG3;
- STMG n. 2. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa 4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. Il cavo per la connessione relativa alla STMG2, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG1 e STMG3;
- STMG n. 3. Gli impianti saranno allacciati alla rete elettrica MT a 20kV di E-Distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna dalla cabina primaria AT/MT di Castellaccio. È prevista, quindi, la realizzazione di un elettrodotto in cavo, di lunghezza indicativa circa 4370 m (3370 m in terreno e 1000 m su asfalto) per raccordarsi alla sopra citata cabina primaria. Il cavo per la connessione relativa alla STMG3, sarà posato insieme ad un'ulteriore terna per garantire anche le connessioni previste dalla STMG1 e STMG2;
- I tre elettrodotti sopra riportati correranno nello stesso scavo predisposto.



Immagine 4 – Vista della cabina primaria AT/MT "Castellaccio"

## 2.4. Valutazioni meteorologiche del sito e di producibilità dell'impianto

### ✓ Dati Meteo

Le valutazioni sulla fonte solare disponibile per il sito di intervento, in accordo con il database SolarGIS, forniscono i seguenti risultati:

Mese	Radiazione globale orizzontale (kWh/m <sup>2</sup> )	Radiazione orizzontale diffusa (kWh/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente (°C)
<b>Gennaio</b>	58.0	25.0	6.3
<b>Febbraio</b>	78.0	31.0	6.4
<b>March</b>	123.0	51.0	8.8
<b>Aprile</b>	145.0	64.0	11.4
<b>Maggio</b>	191.0	77.0	16.6
<b>Giugno</b>	209.0	76.0	21.1
<b>Luglio</b>	225.0	72.0	24.2
<b>Agosto</b>	195.0	68.0	23.8
<b>Settembre</b>	136.0	57.0	19.0
<b>Ottobre</b>	100.0	43.0	15.3
<b>Novembre</b>	60.0	28.0	10.6
<b>Dicembre</b>	50.0	22.0	7.4
<b>Annuale</b>	<b>1570.0</b>	<b>614.0</b>	<b>14.29</b>

Tabella 2 – Dati Meteo

✓ **Valutazioni in termini di benefici ambientali e di producibilità dell'impianto**

La simulazione sulla producibilità dell'impianto è stata realizzata con il software Pvsyst. I parametri meteo di cui al precedente paragrafo, estratti da SolarGis, sono stati impiegati per tale simulazione. In accordo con i risultati del software Pvsyst, i dati di producibilità finalizzati al rilascio del Provisional Acceptance Certificate (PAC) per l'impianto fotovoltaico sono di seguito riportati:

<b>Resa dell'impianto Gavignano al primo anno</b>	
<b>Produzione di energia</b>	29.315,925 MWh/year
<b>Produzione Specifica (resa per kWp/anno)</b>	1.784 kWh/kWp/year
<b>Tonnellate equivalenti di petrolio</b>	2.520,72 eq. Tons/year
<b>Emissioni di CO2 evitate</b>	7.504,88 CO2 tons/year
<b>Emissioni di NOx evitate</b>	17.589,56 kg/year
<b>Emissioni di SO<sub>2</sub> evitate</b>	26.384,33 kg/year

Tabella 3 – Resa dell'impianto in termini di producibilità e benefici ambientali

### 3. Criteri generali di progettazione

- Nella disposizione dei moduli fotovoltaici saranno valutate le ombre prodotte dalle strutture, costruzioni o altri oggetti posti nelle immediate vicinanze del campo.
- Saranno operate scelte improntate al rispetto dell'ambiente e della sicurezza, per prevenire qualsiasi incidente o danni a persone e all'ambiente circostante. Tutti gli aspetti del progetto e della costruzione dell'impianto fotovoltaico saranno animati da queste premesse.
- La scelta dei materiali rappresenta un elemento importante per il raggiungimento di un obiettivo di vita utile superiore a 25 anni. Tutti i materiali saranno scelti in modo da resistere agli agenti atmosferici, cambi di temperatura, precipitazioni, corrosione, forza del vento, esposizione ai raggi UV ed altre condizioni legate al sito di posizionamento dell'impianto fotovoltaico. L'acciaio strutturale sarà zincato a caldo in accordo alla norma ISO 1461.
- L'impianto fotovoltaico lavorerà in maniera completamente autonoma ed indipendente con minima necessità di intervento. In caso di problemi sulla rete AC di connessione o sugli inverter, gli stessi si disconnetteranno dalla rete in maniera autonoma. Nella maggior parte dei casi gli inverter si riconnetteranno alla rete una volta che il problema sarà risolto, senza necessità di intervento esterno.
- Durante la fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, sarà operativo 24 ore su 24 un sistema di sicurezza e sorveglianza.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 7 di 45

- La progettazione, le apparecchiature e i materiali saranno integralmente conformi alle normative Italiane/europee di riferimento e agli standard internazionali applicabili.

#### 4. Sintesi tecnica dell'intervento

Le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di Gavignano sono di seguito riportate, distinte per ciascun lotto di impianto:

Impianto Fotovoltaico di Gavignano – CAMPO T1	
Potenza di picco CC (MWp)	5,72
Potenza nominale CA (MWac)	5,55
Tecnologia della cella fotovoltaica	Silicio Monocristallino Tecnologia PERC ( <i>Passivated Emitter and Rear Contact</i> )
Tipologia di inverter	Inverter di stringa
Tipologia di struttura di montaggio	Ad inseguimento monoassiale
Potenza del modulo (Wp)	625
Numero di moduli per stringa	26
Potenza nominale di ciascun inverter (kWac)	185@25°C
Numero di Trasformatori elevatori e relativa potenza (kVA)	1x5590 kVA
Tensione del trasformatore lato bt (V)	800
Configurazione delle strutture di supporto	1V Portrait
Angolo di rotazione	±60°
DC/AC Ratio dell'impianto	1,031
Maximum System Voltage (V)	1.500
Interdistanza (m)	5.00
Numero complessivo degli inverter	30
Numero complessivo dei moduli	9.152
Numero complessivo delle stringhe	352

Tabella 4 – Riepilogo tecnico impianto di Gavignano – CAMPO T1

Impianto Fotovoltaico di Gavignano – CAMPO T2	
Potenza di picco CC (MWp)	4,40375
Potenza nominale CA (MWac)	4,07
Tecnologia della cella fotovoltaica	Silicio Monocristallino Tecnologia PERC ( <i>Passivated Emitter and Rear Contact</i> )
Tipologia di inverter	Inverter di stringa
Tipologia di struttura di montaggio	Ad inseguimento monoassiale

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 8 di 45

<b>Potenza del modulo (Wp)</b>	625
<b>Numero di moduli per stringa</b>	26
<b>Potenza nominale di ciascun inverter (kWac)</b>	185@25°C
<b>Numero di Trasformatori elevatori e relativa potenza (kVA)</b>	1x4070 kVA
<b>Tensione del trasformatore lato bt (V)</b>	800
<b>Configurazione delle strutture di supporto</b>	1V Portrait
<b>Angolo di rotazione</b>	±60°
<b>DC/AC Ratio dell'impianto</b>	1,082
<b>Maximum System Voltage (V)</b>	1.500
<b>Interdistanza (m)</b>	5.00
<b>Numero complessivo degli inverter</b>	22
<b>Numero complessivo dei moduli</b>	7.046
<b>Numero complessivo delle stringhe</b>	271

Tabella 5 – Riepilogo tecnico impianto di Gavignano – CAMPO T2

<b>Impianto Fotovoltaico di Gavignano – CAMPO T3</b>	
<b>Potenza di picco CC (MWp)</b>	6,305
<b>Potenza nominale CA (MWac)</b>	5,95
<b>Tecnologia della cella fotovoltaica</b>	Silicio Monocristallino Tecnologia PERC ( <i>Passivated Emitter and Rear Contact</i> )
<b>Tipologia di inverter</b>	Inverter di stringa
<b>Tipologia di struttura di montaggio</b>	Ad inseguimento monoassiale
<b>Potenza del modulo (Wp)</b>	625
<b>Numero di moduli per stringa</b>	26
<b>Potenza nominale di ciascun inverter (kWac)</b>	185@25°C
<b>Numero di Trasformatori elevatori e relativa potenza (kVA)</b>	1x5950 kVA
<b>Tensione del trasformatore lato bt (V)</b>	800
<b>Configurazione delle strutture di supporto</b>	1V Portrait
<b>Angolo di rotazione</b>	±60°
<b>DC/AC Ratio dell'impianto</b>	1,06
<b>Maximum System Voltage (V)</b>	1.500
<b>Interdistanza (m)</b>	5.00
<b>Numero complessivo degli inverter</b>	32
<b>Numero complessivo dei moduli</b>	10.088
<b>Numero complessivo delle stringhe</b>	388

Tabella 6 – Riepilogo tecnico impianto di Gavignano – CAMPO T3

RIASSUNTO COMPLESSIVO CAMPO FOTOVOLTAICO GAVIGNANO	
<b>Potenza di picco CC (MWp)</b>	16,42875
<b>Potenza nominale CA (MWac)</b>	15,54
Tecnologia della cella fotovoltaica	Silicio Monocristallino Tecnologia PERC ( <i>Passivated Emitter and Rear Contact</i> )
Tecnologia inverter	Inverter di stringa
Strutture di montaggio	Ad inseguimento monoassiale
Potenza dei moduli (Wp)	625
Numero di moduli per stringa	26
Potenza nominale di uscita (kWac)	185@25°C
Potenza nominale dei trasformatori (kVA)	1x5590 kVA
	1x4070kVA
	1x5950kVA
Tensione nominale secondaria (V)	800
Configurazione strutture	1V Portrait
Angolo di rotazione	±60°
DC/AC Ratio dell'impianto	1,0565
Massima tensione di sistema (V)	1.500
Pitch (m)	5,00
<b>Totale numero di inverter</b>	84
<b>Totale numero dei moduli</b>	26.286
<b>Totale numero di stringhe</b>	1.011
<b>Totale area recintata (ha)</b>	22,9

Tabella 8 – Riepilogo tecnico impianto di Gavignano – TOTALE

- Moduli Fotovoltaici:
  - Marca: JINKO SOLAR, Modello: JKM625N-78HL4-BDV
  - Tipologia di captazione: Bifacciale
  - Potenza unitaria massima: 625 Wp
  - Numero di moduli collegati in serie: 26
  - Numero di stringhe: 1.011
  - Numero totale dei moduli fotovoltaici: 26.286
- Inverters:
  - Marca: Huawei Technologies, Modello: SUN2000-185KTL
  - Numero complessivo degli inverter: 84
  - Potenza attiva nominale AC: 185 kW a 25°C / 175 kWac a40°C
- Trasformatori elevatori
  - Quantità: 3
  - Potenza: 1x5500 kVA, 1x4070 kVA, 1x5950 kVA
  - Gruppo di collegamento: doppio avvolgimento secondario Dy11y11
  - Rapporto di trasformazione: 0,8/0,8/20kV.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 10 di 45

L'impianto fotovoltaico è costituito da:

- **Generatore fotovoltaico:** è l'insieme dei moduli fotovoltaici necessari alla trasformazione della radiazione solare in energia elettrica in corrente continua (DC). L'impianto fotovoltaico è costituito da **26.286 moduli fotovoltaici** distribuiti su inseguitori orizzontali monoassiali a fila singola e a fila doppia.
- **Inverter:** sono le apparecchiature necessarie alla conversione della corrente continua generata dai moduli fotovoltaici, in corrente alternata per la connessione alla rete elettrica. Gli inverter scelti avranno una potenza nominale in corrente alternata di 185 kW a 25°C e 175 kW a 40°C. Il funzionamento degli inverter è completamente automatico. Quando i moduli generano una potenza elettrica sufficiente, l'elettronica dell'inverter monitora costantemente i parametri di tensione, frequenza e produzione, e, se questi valori superano le soglie limite impostate, l'apparecchiatura inizia a immettere energia elettrica in rete.
- **Strutture di supporto:** al fine di raggiungere la massima efficienza di sistema, i moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento con rotazione EST-OVEST. Le strutture saranno dimensionate per sopportare il peso dei moduli fotovoltaici, il vento, il carico della neve, le azioni sismiche e tutte le ulteriori azioni, come richiesto dalle normative specifiche applicabili.
- **Trasformatori:** gli schemi di impianto prevedono l'utilizzo di n. 3 trasformatori elevatori MT/bt.
- **Cabine di Consegna:** è prevista la realizzazione di n. 3 cabine di consegna per il collegamento alla rete elettrica di distribuzione a 20 kV. La cabina di consegna è una costruzione prefabbricata in cui sono alloggiati i principali quadri elettrici MT del Gestore di Rete E-Distribuzione, necessari per l'immissione in rete dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e per il prelievo dalla rete dell'energia elettrica necessaria alle utenze di servizio.

La cabina di consegna conterrà un locale misure e un locale dedicato alle apparecchiature del Distributore. In particolare, i locali di competenza del Distributore avranno le dimensioni minime richieste nell'ambito delle STMG rilasciate dal Distributore stesso.

Ogni singola cabina di consegna conterrà anche il locale utente con il Dispositivo Generale e di interfaccia per la protezione del singolo impianto.

Da ciascun locale del Gestore di Rete, situato nelle varie cabine di consegna, partirà il collegamento in antenna a 20 kV verso la cabina primaria AT/MT "Castellaccio".

- **Cablaggi elettrici CC/CA, impianto di messa a terra e cavidotti di connessione:** Le installazioni di bassa tensione dell'impianto comprendono tutti i componenti elettrici dai moduli fotovoltaici (bassa tensione DC) fino agli ingressi del trasformatore (bassa tensione AC). Le sezioni di cavo impiegate dovranno essere sufficienti per assicurare che le cadute di tensione nei cavi e nelle junction box siano inferiori al 1% nelle sezioni in corrente continua e inferiori al 2,5% sulle sezioni in corrente alternata.

Tutti i cavi dovranno inoltre essere idonei per un utilizzo in esterno, interrati in tubazioni o direttamente interrati, in accordo con gli standard normativi applicabili.

Il sistema elettrico della centrale fotovoltaica sarà esercito come sistema IT, ovvero isolato da terra.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 11 di 45

Sarà infine prevista per il collegamento in media tensione a 20 kV una terna di cavi unipolari collegati dal lato MT dei trasformatori fino al locale utente, da questo al locale di consegna e dalle cabine di consegna fino alla cabina primaria AT/MT "Castellaccio".

- **Infrastrutture comuni:** al fine di garantire la corretta funzionalità dell'impianto e la corretta manutenzione sia delle installazioni fotovoltaiche sia delle strutture comuni, saranno eseguite le seguenti lavorazioni:

- Realizzazione degli accessi e dei percorsi di manutenzione necessari;
- Realizzazione di scavi e pozzetti per le tubazioni varie;
- Illuminazione delle cabina di consegna e utenza;
- Recinzione e accessi;
- Sistemi di videosorveglianza;
- Stazione meteo.

- **Sistemi di protezione dalle scariche atmosferiche:** è stata prodotta una relazione di valutazione del rischio di fulminazione, elaborata ai sensi della norma CEI 62305-2. La relazione, che stabilisce che i campi sono strutture protette, è allegata alla documentazione di progetto. Sono stati individuati il rischio di perdita di vite umane R1 - risultato sotto soglia - ed il rischio di perdita economica R4. Per quest'ultimo, in fase di progettazione esecutiva saranno valutate le misure più opportune per la riduzione del rischio. Tali misure saranno concordate con il proponente al fine di stabilire il livello di protezione da fornire, nel rispetto dei limiti di spesa e dell'effettivo beneficio economico.



Immagine 5 – Layout dell'impianto fotovoltaico di Gavignano CAMPI T1 (rosso), T2 (verde scuro), T3 (arancio). Le fasce verdi perimetrali rappresentano le mitigazioni ambientali

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 12 di 45

## 5. Descrizione tecnica dei principali componenti di impianto

### 5.1. Moduli Fotovoltaici

Il modulo fotovoltaico scelto per l'intervento avrà marca JINKO SOLAR e modello **JKM625N-78HL4-BDV (625 Wp)** o equivalente. Il modulo è composto da 156 celle (matrice 6x78) di silicio monocristallino realizzato con tecnologia PERC per assicurare un'elevata produzione alle installazioni fotovoltaiche.

La potenza nominale del modulo fotovoltaico è definita alle condizioni STC (Standar Test Conditions) vale a dire: temperatura ambiente di 25°C, irraggiamento pari a 1000W/m<sup>2</sup> sul piano dei moduli e massa d'aria AM 1,5G secondo la definizione IEC 60904-3.

La tecnologia PERC (acronimo di Passivated Emitter and Rear Cell) viene impiegata per le celle fotovoltaiche al fine di aumentare le prestazioni e l'efficienza delle stesse.

I moduli con tecnologia PERC sono realizzati con celle in silicio monocristallino e si caratterizzano per uno strato posteriore passivante, in grado di riflettere e recuperare la luce non assorbita dal wafer. Ciò permette maggiori possibilità di ricombinazione dei fotoni e, di conseguenza, un aumento dello spettro solare che viene assorbito dal modulo.

In questo modo è possibile ottimizzare la cattura degli elettroni, sfruttandone il maggior numero possibile per ogni cella e trasformando in elettricità una maggior quantità di energia solare.

I risultati ottenuti dall'utilizzo di questa tecnologia registrano un miglioramento complessivo dell'efficienza di circa l'1% in più rispetto al monocristallino convenzionale.

Le celle half cut impiegate nei moduli descritti sono celle a 9 busbar, anziché i tradizionali 5 o 6. La presenza di 9 busbar determina uno spazio molto piccolo tra gli stessi, circa il 50% inferiore rispetto ad una cella tradizionale, riducendo sensibilmente la possibilità di microfessurazione o rottura delle celle.

A questo primo aspetto si aggiunge l'utilizzo della tecnologia Tiling Ribbon (TR), che consente di ridurre le perdite di potenza del modulo aumentandone l'efficienza. In particolare, nella tecnologia Tiling Ribbon sono state eliminate le saldature tra una cella e l'altra. Le barre collettrici sono a forma circolare (specifica del modello di modulo sopra indicato) consentendo un migliore utilizzo e assorbimento della luce. Le celle vengono sovrapposte e pressate tra loro, riducendo le perdite di potenza causate dalle saldature e aumentando la superficie attiva.

Al fine di proteggere le celle contro le più avverse condizioni atmosferiche, le stesse sono incorporate tra uno strato di vetro temperato a basso contenuto ferroso e alta trasmissività e fogli di EVA (Etilene Vinil Acetato) e TPT (polivinilfluoruro). La cornice del modulo fotovoltaico è in alluminio anodizzato, estetica e stabile, che garantisce un'elevata resistenza ai carichi vento e neve e garantisce facile accessibilità in fase di montaggio. I profili posteriori sono equipaggiati con fori di drenaggio, in modo che l'acqua non possa permanere all'interno dei profili e ghiacciare, causando, quindi, danneggiamento della cornice.

Sul lato posteriore del modulo è installata la junction box avente grado di protezione IP68.

I moduli fotovoltaici saranno certificati secondo:

IEC 61215, IEC 61730, UL61730, ISO 9001:2008 "ISO Quality Management System", ISO 14001:2004 "ISO Environment Management System", OHSAS 18001:2007, Classe II di sicurezza elettrica, Reazione al fuoco I o II.

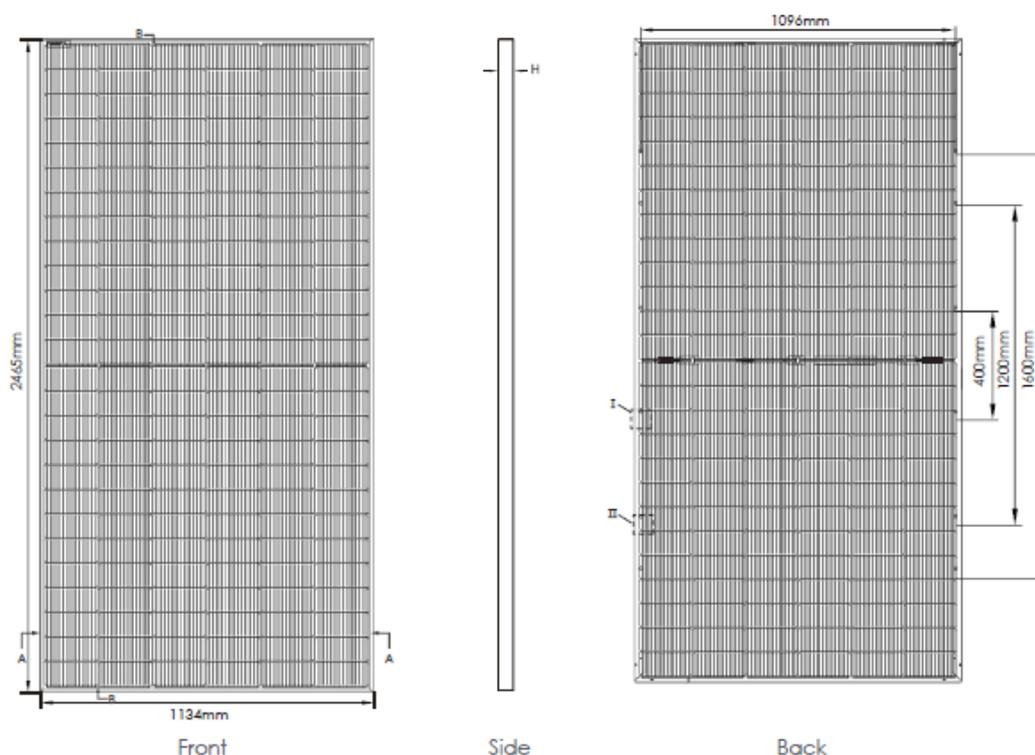


Immagine 6 – Dettagli dimensionali dei moduli fotovoltaici

Nell’impianto saranno realizzate 1011 stringhe da 26 moduli cadauna, per un totale di 26286 moduli fotovoltaici ed una potenza di picco pari a 16,43 MWp (comprensiva di tutte le aree di impianto).

<b>JKM625N-78HL4-BDV</b>	
<b>Tipologia Cella</b>	N Type - Monocristallina tecnologia PERC
<b>Numero di Celle</b>	156 (2x78)
<b>Potenza massima (Wp)</b>	625
<b>Tolleranza sulla potenza</b>	0~+3%
<b>Tensione a circuito aperto (Voc)</b>	55,72
<b>Corrente di Corto Circuito Isc (A)</b>	14,27
<b>Efficienza del modulo (%)</b>	22,36
<b>VMPPT (V)</b>	46,10
<b>IMPPT (A)</b>	13,56
<b>Tensione massima di sistema (Vdc)</b>	1500
<b>NOCT (°C)</b>	45 ±2
<b>Riferimento Fattore Bifacciale</b>	80±5%
<b>Temperatura di funzionamento (°C)</b>	-40°C+85°C
<b>Dimensioni del modulo (mm)</b>	2465x1134x35
<b>Peso (kg)</b>	34,6
<b>Produttore</b>	JINKO

Tabella 9 – Caratteristiche del modulo fotovoltaico

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 14 di 45

## 5.2. Inverter

I moduli fotovoltaici producono energia in corrente continua ad una tensione massima di isolamento vicina ai 1500V. La funzione dell'inverter è quella di adattare l'energia elettrica prodotta, da corrente continua a corrente alternata, adeguando il livello di tensione che, in questo caso, è pari a 800V in uscita alternata. Oltre a generare una forma d'onda sinusoidale, l'inverter crea un sistema elettrico trifase equilibrato, adattando la potenza generata ai sistemi convenzionali di distribuzione della potenza elettrica. È stato previsto l'utilizzo di inverter di stringa per la loro efficienza e minor costo. Questo tipo di inverter è stato progettato per impianti con lunga vita utile prevista e ridotta manutenzione. Questa è una caratteristica chiave considerato che la riduzione dei costi di manutenzione in molti casi aumenta la fattibilità del progetto.

L'inverter scelto è il modello SUN2000-185KTL prodotto da HUAWEI. Questo fornitore è stato scelto per la sua adattabilità in termini di potenza e tecnologia ad una vasta gamma di progetti fotovoltaici. Nella tabella seguente sono riassunte le principali caratteristiche tecniche dell'inverter.

La logica di controllo opera automaticamente e gestisce l'avvio e lo stop dell'inverter. La macchina incorpora un avanzato sistema di inseguimento del punto di massima potenza ogni due stringhe di moduli connesse in parallelo, al fine di massimizzare l'energia ottenuta dai moduli fotovoltaici. Per minimizzare le perdite durante il processo di conversione viene utilizzata la tecnologia IGBT (insulated gate bipolar transistor). Gli inverter sono progettati secondo le norme Europee di riferimento e sono dotati di marchio CE.

Per quanto riguarda l'utilizzo per connessioni alla rete elettrica MT di E-Distribuzione, gli inverter sono conformi alle prescrizioni della norma CEI 0-16:2019-04 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di Energia elettrica" comprensiva delle varianti V1 e V2 (certificato U19-0336 emesso in data 4 giugno 2019 da Bureau Veritas).

Gli inverter saranno posizionati nelle immediate vicinanze delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici ed installati ad una distanza non inferiore a 20 cm rispetto al terreno. Per la loro installazione e collegamento sarà realizzato un idoneo supporto infisso nel terreno, senza l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento. In corrispondenza delle morsettiere di ingresso e uscita dagli inverter, i cavi saranno coperti, per essere protetti da eventuali morsi di animali, ma sarà garantita in ogni caso un'idonea ventilazione.

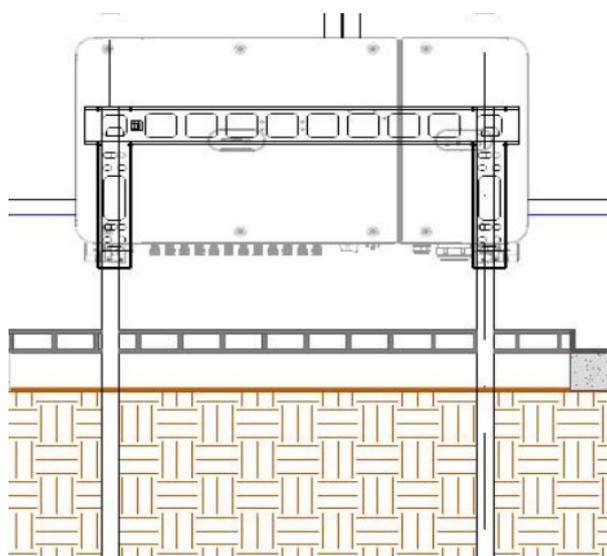


Immagine 7 – Dettaglio di installazione dell'inverter

Le linee elettriche AC in uscita dagli inverter saranno raggruppate a gruppi di 12 in un quadro elettrico in corrente alternata, prima della connessione al trasformatore MT/bt.

È prevista l'installazione di **84 inverter** Huawei SUN2000 185 KTL con una potenza nominale AC totale pari a **15,54 MW**.

Modello	SUN2000-185KTL-H1
<b>CONFIGURAZIONE</b>	
<b>Quantità di inverter installati</b>	<b>84</b>
<b>Numero di moduli fotovoltaici per inverter</b>	circa 345-360
<b>Numero di moduli per stringa</b>	<b>26</b>
<b>Massima tensione in ingresso (V)</b>	1.500
<b>SPECIFICHE DI PRODOTTO</b>	
<b>Range di Tensione MPPT (V)</b>	500 – 1500
<b>Massima corrente in uscita (A)</b>	134,9
<b>Numero di ingressi</b>	18
<b>Potenza attiva nominale AC</b>	175kW a 40°C
<b>Massima Potenza apparente AC</b>	185 kVA
<b>Massima Potenza attiva (cosfi = 1)</b>	185 kW
<b>Corrente nominale in uscita</b>	126,3A
<b>Tensione nominale di uscita</b>	800 V
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b>Fattore di potenza</b>	0,8 LG ... 0,8 LD
<b>Umidità relativa</b>	0-100%
<b>Numero di inseguitori MPP</b>	9
<b>Massima corrente di input per ciascun MPP (A)</b>	26A
<b>Raffreddamento</b>	Forzato
<b>Protezioni da sovratensione</b>	Scaricatori di tipo II
<b>Connettori AC</b>	Connettori resistenti all'acqua
<b>Rendimento massimo</b>	99,03%
<b>Rendimento europeo</b>	98,69%
<b>Produttore</b>	HUAWEI

Tabella 10 – Caratteristiche dell'inverter

### 5.3. Strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici saranno installati su inseguitori solari. L'intera struttura (marca NEXTracker o equivalente) consentirà l'installazione di **26286 moduli fotovoltaici**, che costituiranno l'intero impianto fotovoltaico.

Gli inseguitori solari sono formati da un gruppo di travi orientate in direzione NORD – SUD, che ruotano sul proprio asse, in modo tale da ruotare i moduli fotovoltaici da EST a OVEST. Per evitare ombre tra le file consecutive dei moduli fotovoltaici, l'inseguitore ha un sistema di controllo *backtracking*, che bypassa le

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 16 di 45

perdite dovute agli ombreggiamenti tra le varie file. Inoltre, viene garantita una minima distanza di sicurezza tra le file in relazione all'effettiva pendenza del terreno.

Le strutture selezionate, tipo NX HORIZON, possono essere installate facilmente con le guide autoallineanti e i dispositivi di fissaggio a prova di vibrazione. L'architettura decentralizzata e autoalimentata consente di attivare ogni tracker singolarmente prima dell'attivazione dell'intero impianto. I tracker sono progettati per resistere a venti intensi e altre condizioni meteo avverse. Gli elementi di fissaggio svolgono un ruolo cruciale nel garantire l'integrità strutturale, l'affidabilità e la sicurezza del sistema.

Ciascun elemento di fissaggio collega due o più componenti creando un giunto che trasmette carichi sia statici che dinamici.

Per quanto riguarda il processo di installazione delle strutture di supporto, sarà prevista una profondità di infissione dei montanti variabile tra 1,4 e 2 metri in relazione alle caratteristiche del terreno e agli eventuali carichi/sollecitazioni causati dagli agenti atmosferici. L'infissione sarà effettuata con mezzi meccanici idonei a tale scopo, non sarà previsto l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento. Una volta che l'infissione sarà completata, tutti i pilastri che costituiscono parte della struttura portante saranno pronti e predisposti per il montaggio dei moduli fotovoltaici.

Il sistema di controllo dell'inseguitore è programmato con un algoritmo astronomico del percorso solare. Tale sistema, come indicato precedentemente, include un algoritmo di backtracking per ridurre l'ombreggiamento tra file adiacenti e migliorare la produzione, ed una funzione di WIND STOW per proteggere l'inseguitore in caso di condizioni di vento estremo.

Il sistema NX-HORIZON è un inseguitore solare con un intervallo di rotazione +/- 60°, particolarmente indicato su terreni con pendenze significative o forti irregolarità, consentendo un pieno utilizzo della superficie disponibile.

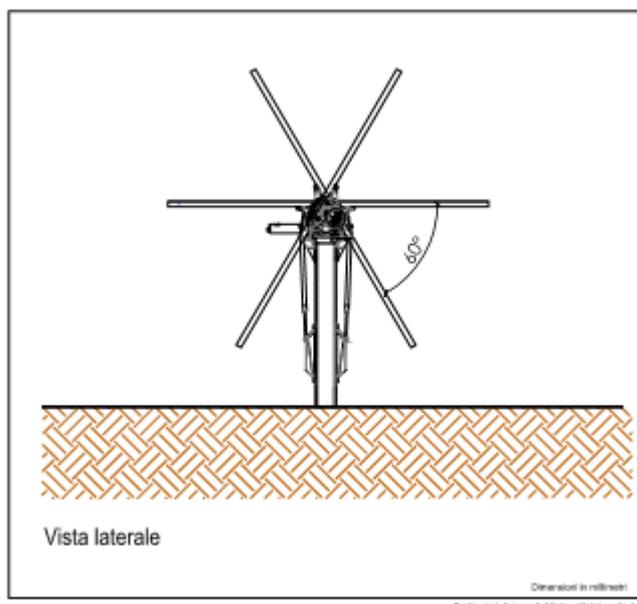


Immagine 8 – Dettaglio delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici

Con l'inseguitore NX-HORIZON, è possibile ottimizzare la pulizia dei moduli fissando ciascuna fila nella posizione desiderata, ottenendo così la pulizia simultanea di moduli appartenenti ad inseguitori differenti. Inoltre, gli spazi tra gli inseguitori sono percorribili dai veicoli.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 17 di 45

La seguente tabella mostra la configurazione utilizzata per l'impianto fotovoltaico.

TIPOLOGIA	NEXTRACKER
<b>Azimuth (°)</b>	0
<b>Angolo di Rotazione</b>	±60°
<b>Interdistanza (m)</b>	5.25
<b>Configurazione</b>	1V
<b>Installazione</b>	Da Esterno
<b>Materiali</b>	Acciaio zincato e inossidabile
<b>Consumo di energia</b>	Motori autoalimentati
<b>Comunicazione</b>	Wireless con tecnologia Zigbee

Tabella 11 – Caratteristiche delle strutture di supporto

#### 5.4. Quadri elettrici principali AC

Gli inverter saranno collegati a quadri elettrici principali in corrente alternata, posizionati all'esterno in prossimità dei trasformatori. Gli inverter saranno complessivamente collegati a uno o due quadri elettrici AC, con un massimo di 16 ingressi per quadro. I quadri collegati allo stesso trasformatore, dovranno risultare perfettamente simmetrici in termini di dotazioni e potenza gestita. Ciascun quadro elettrico AC conterrà:

- Fusibili e portafusibili;
- Scaricatori di sovratensione;
- Dispositivi di monitoraggio dell'isolamento;
- Sezionatori sotto carico;
- Barra di rame per la messa a terra;
- Cavi di collegamento AC verso i trasformatori e cavi di comunicazione per il collegamento ai PLC di controllo.

#### 5.5. Trasformatori elevatori MT/bt

L'energia elettrica in uscita dagli inverter alla tensione di 800V trifase deve essere adattata per poter essere immessa alla tensione di 20000V sulla rete di distribuzione. Per ognuno dei lotti di impianto, sarà utilizzato un trasformatore MT/bt della potenza rispettivamente di 5550 kVA (campo T1, installazione completa di interruttori bt ed MT), 4070 kVA (campo T2, installazione completa di interruttori bt ed MT) e 5950 kVA (T3) raffreddati ad aria ed isolati in olio.

Il trasformatore eleverà la tensione di produzione da 800V degli inverter ai 20000V della rete di distribuzione. Il trasformatore avrà collegamento a triangolo per l'avvolgimento MT e stella per i due avvolgimenti bt con gruppo di collegamento 11 (convenzionalmente Dy11y11).

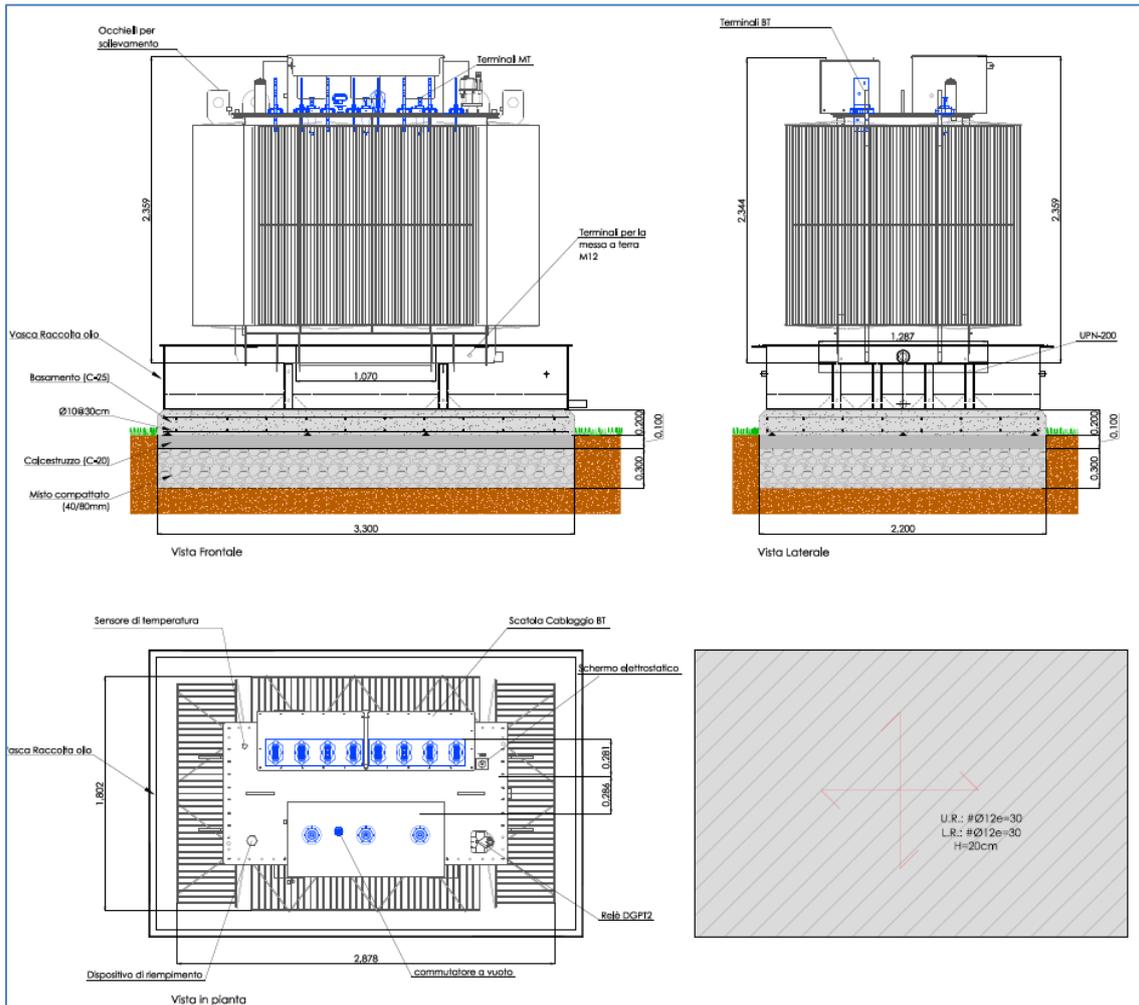


Immagine 9 – Dettagli di un trasformatore MT/bt 5950 kVA

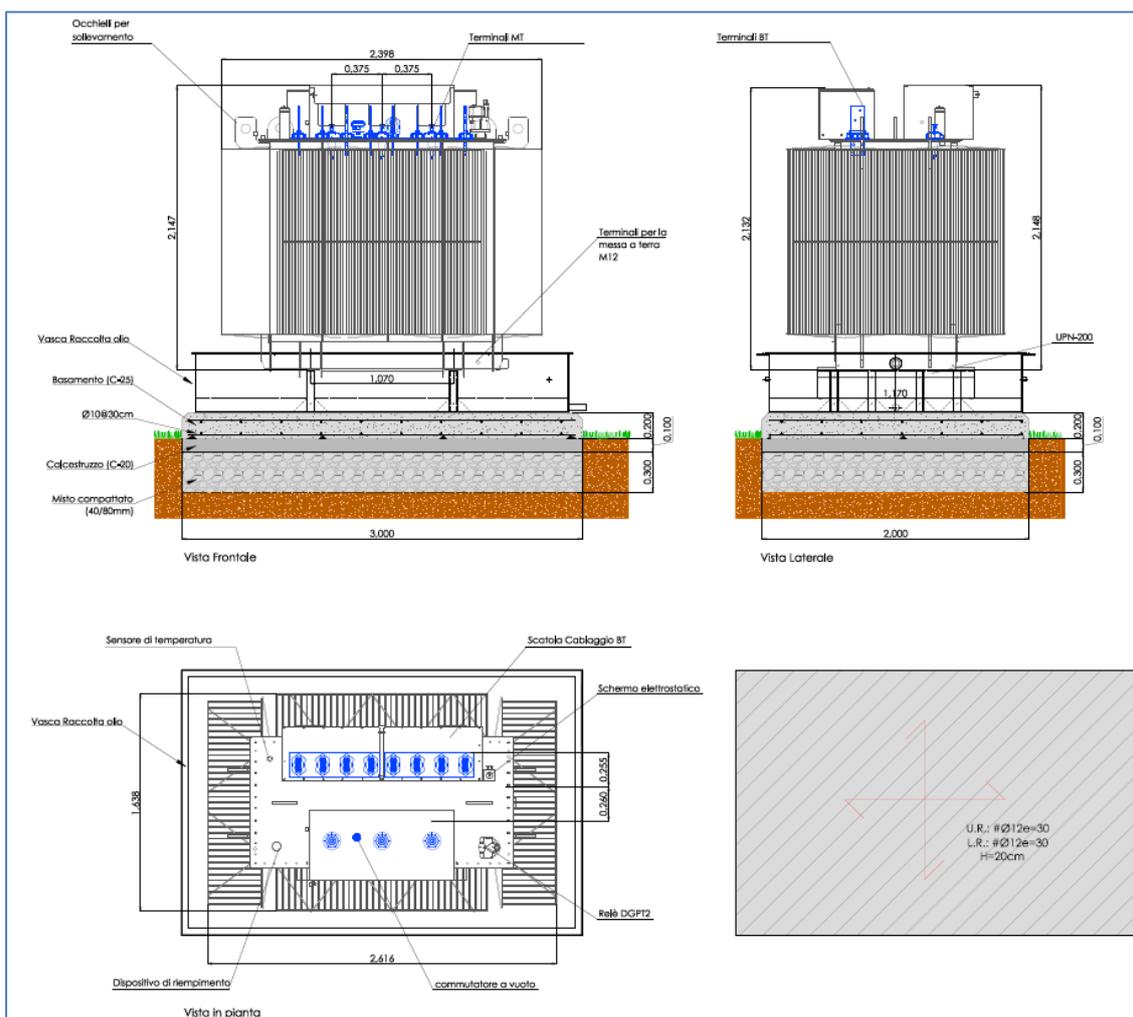


Immagine 10 – Dettagli di un trasformatore MT/bt 4070 kVA

Altre caratteristiche dei trasformatori sono inserite nel seguente elenco:

- Frequenza (Hz): 50
- Tensione nominale a primario MT (kV): 20
- Tensione di isolamento primario MT (kV): 24
- Regolazione Media Tensione: 0, ± 2.5, ± 5%
- Tensione nominale secondaria bt (kV): 0,8
- Impedenza di corto circuito: 4 ~ 7%
- Perdite a vuoto: < 0,2%
- Perdite a carico: < 1,2%
- Protezione: relè DGPT2
- Dimensioni:
  - TRAF0 5950kVA/5550kVA = L 2878mm x P 1802 mm x H 2359 mm
  - TRAF0 4070 kVA = L 2616mm x P 1630mm x H 2417 mm

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 20 di 45

## 5.6. Cabine di Consegna

Per ogni punto di connessione è prevista la realizzazione di una cabina di consegna per il futuro collegamento alla rete elettrica di distribuzione a 20kV. All'interno della cabina saranno installati i quadri elettrici con i dispositivi di comando e protezione previsti dal Gestore di Rete E-Distribuzione, e le relative connessioni elettriche.

### ✓ **Apparecchiature e dotazioni delle cabine di consegna**

A titolo indicativo e non esaustivo la cabina di consegna conterrà le seguenti apparecchiature:

- Quadri elettrici con dispositivi di comando e protezione MT a 20kV del Gestore di Rete;
- Celle con TA e TV di misura per collegamento a Misuratore energia immessa;
- Apparecchiature di telecontrollo del Gestore di Rete;

### ✓ **Edificio destinato a cabina di consegna con locale misure e locale utente**

Gli edifici destinati a cabina di consegna saranno progettati per ospitare tutte le apparecchiature necessarie. Gli ingombri saranno di circa L 13,2 m X P 2,5 m X H 2,5 m.

Ogni locale, a seconda delle necessità, sarà dotato delle seguenti apparecchiature:

- Forza motrice ed illuminazione (che includa un minimo di 4 prese standard 220V oltre alle altre apparecchiature già specificate in questa relazione);
- Illuminazione di emergenza: anche all'esterno dell'edificio dovrà essere installata l'illuminazione di emergenza per garantire che il personale non scappi verso aree buie o poco illuminate;
- Impianto di allarme antintrusione;
- Impianto di allarme antincendio, manuale ed automatico;
- Ventilazione forzata, condizionatori e deumidificatori opportunamente progettati in base alle apparecchiature ospitate;
- Una presa trifase nei locali che ospitano le celle MT.

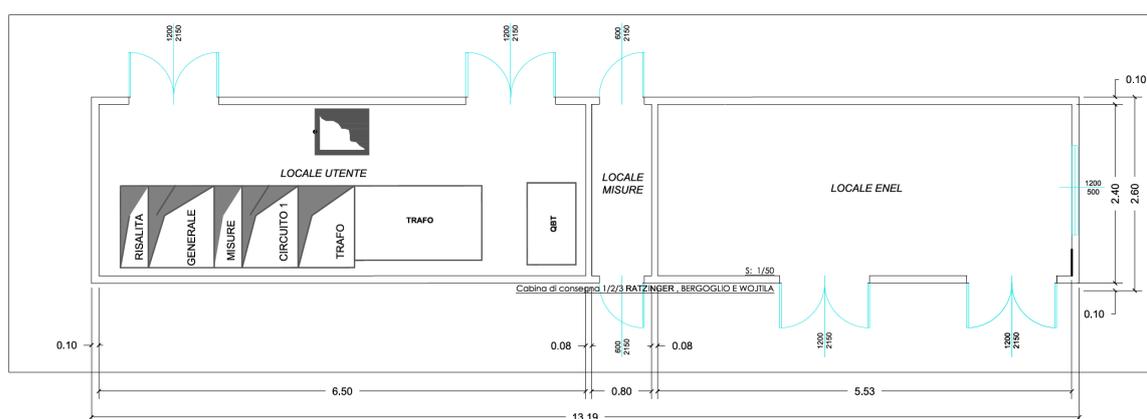


Immagine 11 – Cabina di consegna tipo con locale misure, locale utente e apparecchiature del Distributore

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 21 di 45

La cabina sarà posizionata su una vasca prefabbricata di fondazione di tipo monolitico autoportante (trasportata direttamente in situ) posizionata su uno strato di magrone da 10 cm. Gli spessori delle varie sezioni della vasca di fondazione saranno da 15 cm.

La vasca sarà preforata sulle pareti laterali per il passaggio delle tubazioni e per la posa dei cavi elettrici. La fondazione della cabina di consegna sarà realizzata alla profondità richiesta dal progetto esecutivo senza la necessità di strati di tessuto geotessile. La fondazione sarà idonea alla realizzazione delle costruzioni contenenti le apparecchiature, garantendo stabilità e resistenza per tutta la vita utile stabilita per l'impianto.

Occorrerà porre particolare attenzione nel prevenire l'ingresso di acqua all'interno dei cunicoli di cabina, garantendone il drenaggio se eventualmente accumulata in tali cunicoli. Tutti i cavi di potenza e di comunicazione interrati, entreranno nella cabina di consegna attraverso la vasca di fondazione e saranno nascosti ed inaccessibili dall'esterno.

I fori praticati nella vasca di fondazione, necessari per ingresso e uscita cavi, al termine dei lavori dovranno essere schiumati per prevenire l'ingresso di roditori e/o altri animali.

I cunicoli di cabina, praticati sul pavimento della stessa, saranno coperti e la relativa copertura, realizzata in lamiera bugnata o materiale plastico calpestabile, dovrà essere tale da poter essere sollevata anche da un solo operatore.

Le strutture al chiuso devono disporre di illuminazione interna per accesso in sicurezza, manutenzione ed attività di controllo. L'impianto fotovoltaico dovrà anche disporre di illuminazione esterna, installata sui locali tecnici, con attivazione "on demand", per assicurare che durante le ore notturne, gli operatori, il personale, gli appaltatori e i visitatori possano avere illuminazione sufficiente per entrare, uscire e visitare le costruzioni, le apparecchiature e le aree di parcheggio nelle zone circostanti le cabine.

✓ **Apparecchiature e dotazioni della cabina di utenza**

- Apparecchiature di protezione a 20kV, in particolare relè di protezione, che implementa le protezioni 50,51,51n,50n, 67 conforme ai requisiti della norma CEI 0-16;
- Sistema di protezione di interfaccia dell'impianto di produzione conforme alla norma CEI 0-16;
- Trasformatore ausiliari 20/0.4 kV;
- Dispositivi per lo sgancio in emergenza degli impianti;
- Dispositivi di alimentazione ausiliari a 110Vdc e 24Vdc;
- Quadri elettrici destinati ai servizi di impianto;
- Sistemi di controllo dell'impianto;
- Stazioni meteo e sistemi di monitoraggio.

**5.7. Cabina di Sezionamento**

Lungo il percorso dei cavidotti verso la cabina primaria di "Castellaccio", è prevista, per esigenze di sicurezza e di servizio, n. 1 cabina di sezionamento del Gestore di Rete. All'interno della cabina saranno installati i quadri elettrici con i dispositivi di comando e protezione previsti dal Gestore di Rete E-Distribuzione, e le relative connessioni elettriche.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 22 di 45

### ✓ Edificio destinato a cabina di sezionamento

L'edificio destinato a cabina di sezionamento sarà progettato per ospitare tutte le apparecchiature necessarie. Gli ingombri saranno di circa L 5,71 m X P 2,5 m X H 2,5 m, praticamente simili a quelli di un prefabbricato destinato a cabina di consegna.

Il locale, a seconda delle necessità, sarà dotato delle seguenti apparecchiature:

- Forza motrice ed illuminazione (che includa un minimo di 4 prese standard 220V oltre alle altre apparecchiature già specificate in questa relazione);
- Illuminazione di emergenza: anche all'esterno dell'edificio dovrà essere installata l'illuminazione di emergenza per garantire che il personale non scappi verso aree buie o poco illuminate;
- Impianto di allarme antintrusione;
- Impianto di allarme antincendio, manuale ed automatico;
- Ventilazione forzata, condizionatori e deumidificatori opportunamente progettati in base alle apparecchiature ospitate;
- Una presa trifase nei locali che ospitano le celle MT.

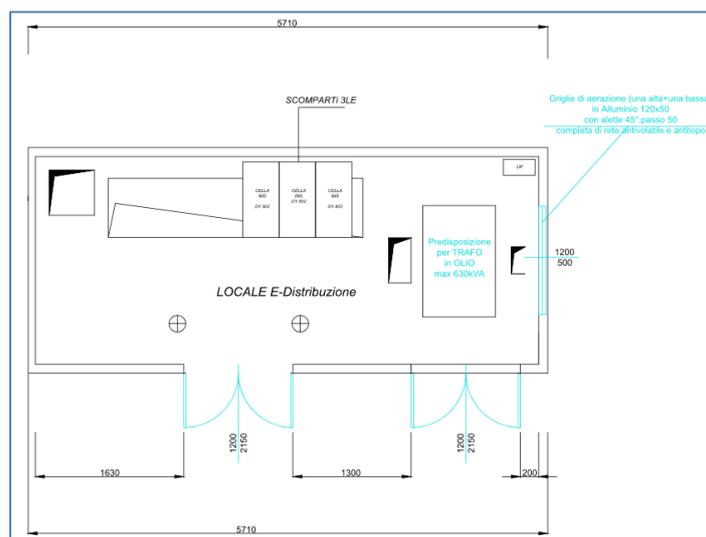


Immagine 12 – Cabina di sezionamento tipo

### 5.8. Cabine di controllo e monitoraggio

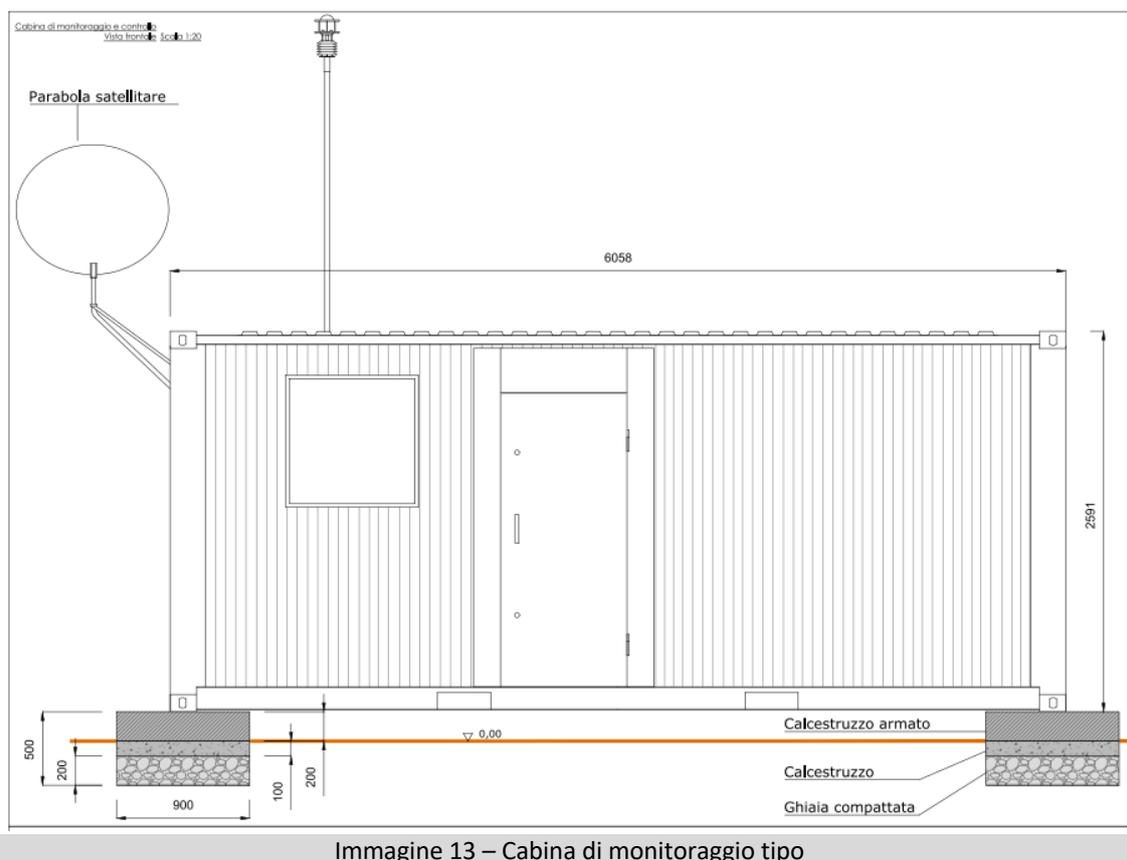
E' prevista la realizzazione di cabine per il posizionamento delle apparecchiature di controllo, videosorveglianza e monitoraggio dell'impianto.

La cabina di cui trattasi sarà un container di dimensioni indicative L 6,058 m x P 2,438 m x H 2,591 m.

Il container sarà equipaggiato con impianti di servizio (illuminazione ed FM) e ospiterà le apparecchiature di controllo, comprese le antenne satellitari e GSM, e la stazione meteo.

Il container di controllo e monitoraggio sarà posizionato su n. 4 plinti di cemento armato dislocati in corrispondenza dei quattro angoli del container stesso.

Ciascun plinto di dimensioni L 900 x P 600 x H 200 mm sarà poggiato su una base di 20 cm di ghiaia compattata sormontata da 10 cm di magrone.



## 5.9. SCADA

Il Sistema SCADA per il controllo di supervisione e acquisizione dati dovrà essere in grado di gestire almeno le seguenti funzioni:

- Monitoraggio della corrente, della tensione, della Potenza DC istantanea, dell'energia DC, stato degli impianti e relativi allarmi (ad esempio intervento scaricatori di sovratensione) almeno in corrispondenza di ogni ingresso DC agli inverter;
- Monitoraggio delle correnti continue per non più di una misura combinata di stringhe in parallelo;
- Monitoraggio dello stato di funzionamento e degli allarmi di ciascun inverter, stato e allarmi del Sistema Master/Slave, Potenza AC istantanea, Energia AC, tensione di ingresso e misura di corrente, frequenza, energia e ore di funzionamento per ciascuna modalità di funzionamento dell'inverter;
- Capacità di modificare i parametri interni degli inverter, i parametri dell'inseguimento MPP, il set point di tensione e frequenza, il set point delle potenze attive e reattive;
- Capacità di monitorare e conservare i dati provenienti dalla stazione meteo;
- Essere caratterizzato da apertura e interoperabilità per garantire integrazioni di dispositivi e sensori forniti da terze parti;
- Capacità di garantire la sicurezza degli operatori in sito;
- Capacità di monitorare le proprie stesse anomalie;
- Gestire la risoluzione di problemi e la gestione della perdita dei dati;
- Garantire che l'impianto soddisfi i requisiti concernenti in particolar modo la produzione e il consumo di potenza reattiva;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 24 di 45

- Garantire il calcolo della performance di impianto relativa al rapporto tra potenza generata ed irraggiamento solare disponibile;
- I sistemi di gestione del software dovranno includere nuovi approcci di modellizzazione e indicatori tecnico-finanziari, che consentano agli operatori di prevedere i guasti, individuare le cause di errore ed ottimizzare il funzionamento dell'impianto dal punto di vista economico;
- Capacità di produrre report di valutazione della disponibilità degli inverter;
- Capacità di recepire segnali ed allarmi dai sistemi di sicurezza;
- Messa a disposizione di un sistema di monitoraggio remoto ed un software di supervisione con accesso remoto ai dati;
- L'accesso remoto dovrà essere garantito a scopo di manutenzione e backup dei dati.

### 5.10. Impianto di videosorveglianza TVCC

I lotti di impianto saranno dotati di un sistema TVCC provvisto di telecamere di videosorveglianza e di sensori di movimento volumetrici posizionati su pali (di altezza pari a 2,70 m).

Le telecamere del sistema saranno posizionate e puntate per garantire la vista di persone e veicoli che attraversano gli accessi e in posizioni chiave all'interno dell'area del sito principale.

Il sistema di videosorveglianza sarà un sistema di sicurezza video ad alta qualità, alta prestazione, connesso in rete, che utilizza la tecnologia di immagini termiche a colori ad alta definizione (minimo 1080p di risoluzione e 12 frame al secondo), progettato per garantire che le persone siano viste chiaramente e le intrusioni siano registrate in qualsiasi posizione all'interno dell'area coperta.

Le telecamere installate devono essere adatte a garantire la qualità delle immagini richieste in qualsiasi condizione di illuminazione.

Un sufficiente numero di monitor a colori consentirà di visionare le immagini da ciascuna delle telecamere del sistema. In aggiunta, le immagini derivanti dalle telecamere installate, saranno rilevate da un sistema di analisi video, che possa automaticamente rilevare la presenza di intrusi nell'area coperta.

Le immagini visualizzate sui monitor o recuperate dalla memoria (la conservazione delle immagini deve essere di almeno un mese) dovranno essere di qualità adeguata per fornire un'identificazione chiara e non ambigua di persone e veicoli sull'area di impianto.

Dovranno essere previsti sistemi di archiviazione dati ridondanti, al fine di assicurare che i dati non siano persi in caso di danneggiamento, anche doloso. In caso di guasto di un elemento di archiviazione, dovrà essere garantito, in automatico, il trasferimento dei dati all'elemento ridondante.

La trasmissione dati del sistema di videosorveglianza sarà interfacciata ad una rete separata in fibra ottica proveniente dal sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto fotovoltaico.

La segnaletica che avverte sull'uso di telecamere a circuito chiuso o il monitoraggio del sito sarà posizionata a intervalli regolari attorno al confine del sito per scoraggiare potenziali intrusi.

Per l'installazione del sistema TVCC sarà previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Basi ad infissione per fissaggio dei pali su cui vengono montate le telecamere;
- Bulloni di fissaggio;
- Pali per le telecamere;
- Traverse per le telecamere;
- Telecamere;
- Tubazioni per cavi di comunicazione e alimentazione telecamere;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 25 di 45

- Cavi di comunicazione;
- Cavi di energia;
- Conduttori di terra;
- Rack telecamere condiviso con il rack comunicazioni;
- Fibra ottica;
- Concentratori.

I pali del sistema TVCC saranno fissati alle rispettive basi e al terreno senza fondazioni e/o plinti in cemento. I bulloni di ancoraggio alle basi saranno in acciaio inossidabile con trattamento anticorrosivo secondo la norma UNI ISO 2081/2018.

### 5.11. Impianto di messa a terra

Il sistema elettrico della centrale fotovoltaica sarà esercito come sistema IT, ovvero isolato da terra.

In un sistema elettrico isolato da terra, il guasto a terra, se presente, determina il passaggio di corrente prevalentemente capacitiva. La corrente, in caso di guasto franco a terra, è costituita dalla corrente capacitiva e dalla corrente di dispersione resistiva. Il valore di  $I_d$ , rimane tuttavia molto modesto, dell'ordine di qualche ampere e, solo in impianti molto estesi, può raggiungere la decina di ampere.

Un valore così modesto delle correnti di guasto a terra, consente di verificare facilmente la condizione di sicurezza  $R_e \times I_d \leq U_L$ , con  $R_e$  = resistenza dell'impianto di terra e  $I_d$  = corrente di guasto,  $U_L$  = tensione di sicurezza da non superare.

Se la condizione è verificata, si può accettare che un guasto a terra - se presente - possa permanere per un tempo indefinito. Questa è una caratteristica fondamentale nei casi in cui si vuole assicurare una continuità di servizio all'impianto e risulta economicamente fondamentale nel caso della centrale fotovoltaica.

Il problema del sistema IT sussiste se il primo guasto a terra non viene eliminato. In questo caso, infatti, potrebbe verificarsi un secondo guasto a terra su un'altra fase del circuito, quindi si può avere l'intervento dei dispositivi di protezione di massima corrente su entrambi i circuiti, con un grande disservizio impiantistico.

Per evitare questo problema sono previsti dei dispositivi di controllo dell'isolamento su tutti i circuiti principali in partenza dal trasformatore MT/bt.

I servizi di centrale saranno invece eserciti come sistema TN-S, mediante l'impiego di un trasformatore MT/bt dedicato 20kV/0,4kV con primario a triangolo e secondario a stella, con centro stella collegato a terra.

Il dispersore di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>, interrata a circa 0,7 m di profondità integrata da picchetti infissi nel terreno entro pozzetti ispezionabili.

Sarà realizzato anello di terra intorno alle cabine di consegna e alle sedi dei centri di trasformazione MT/bt. Gli anelli realizzati saranno resi tra di loro solidali.

Fanno parte integrante del sistema di dispersione le reti elettrosaldate costituenti i ferri di armatura dei locali prefabbricati.

Dal locale di consegna saranno poi diramati i dispersori (sempre di sezione 50 mm<sup>2</sup>) sul campo fotovoltaico in direzione delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici.

Tutte le masse di impianto saranno collegate all'impianto di terra.

Si precisa che i moduli fotovoltaici e i cavi di collegamento sono in classe di isolamento 2, di conseguenza non necessiterebbero di collegamento a terra.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 26 di 45

Tuttavia, poiché l'intero sistema elettrico della centrale sul lato di bassa tensione del trafo MT/bt, come già detto, sarà esercito come SISTEMA IT (Sistema elettrico isolato da terra, masse collegate a terra), per garantire il corretto funzionamento dei dispositivi di controllo dell'isolamento, saranno collegate a terra tutte le cornici dei moduli e tutte le strutture di supporto. Il collegamento avverrà per mezzo di cavo con conduttore in rame collegato al dispersore di terra.

## 5.12. Descrizione delle installazioni di bassa tensione

### ✓ Descrizione generale

Le installazioni di bassa tensione dell'impianto comprendono tutti i componenti dai moduli fotovoltaici fino agli ingressi del trasformatore.

Al fine di ottimizzare l'efficienza energetica ed assicurare l'assoluta sicurezza del personale, devono essere presi in considerazione i seguenti aspetti:

- Tutte le apparecchiature da esterno devono avere un grado di protezione minimo non inferiore a IP54 e interno non inferiore a IP32;
- Tutti i conduttori utilizzati devono avere la sezione necessaria a garantire che le perdite per caduta di tensione siano le più basse possibili in qualsiasi condizione operativa;
- I cavi saranno dimensionati per una corrente non inferiore al 125% della massima corrente erogata dal generatore. Tutti i cavi dovranno essere non propaganti l'incendio e a bassa emissione di gas tossici e corrosivi, in accordo con la normativa tecnica applicabile. Tutti i cavi di bassa tensione saranno autoestinguenti, con una temperatura di esercizio di 90°C, resistenti agli agenti chimici e saranno certificati dal produttore per una vita utile in esercizio di almeno 25 anni, così come i relativi accessori di cablaggio;
- I cavi devono essere protetti dai roditori ed i cavi interrati devono essere meccanicamente protetti e segnalati. A tal proposito, l'utilizzo di cavi armati può essere considerata un'ideale alternativa di protezione meccanica, in caso di cavi direttamente interrati.

### ✓ Cavi per collegamento in corrente continua

#### Cavi di collegamento tra moduli

Saranno utilizzati cavi unipolari con conduttore in rame con guaina in XLPE ed isolamento in PVC. La funzione essenziale dei cavi di connessione tra moduli è quella di realizzare la stringa che sarà poi collegata all'inverter. Ogni stringa sarà composta da **26 moduli**. Per questo collegamento saranno utilizzati i cavi già presenti sui moduli con connettori MC4 di lunghezza di 1,1 m e sezione di 4 mm<sup>2</sup>. I cavi che interconnettono i moduli di una stringa saranno protetti dalla luce solare diretta.

#### Cavi di collegamento tra stringhe e inverter

I cavi di cui al presente paragrafo collegano la fine della stringa fotovoltaica (polo positivo e polo negativo) all'inverter.

I cavi impiegati saranno realizzati con conduttore in corda flessibile di rame stagnato, classe 5, isolante in mescola LSOH di gomma reticolata conforme alla norma EN50618, guaina esterna in Mescola LSOH di gomma reticolata conforme a EN50618, tensione massima di esercizio fino a 1800Vcc, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -40°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Il cavo

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 27 di 45

in questione dovrà essere conforme al regolamento prodotti da costruzione CPR (UE) n. 305/11. Tipo H1Z2Z2-K Prysmian o equivalente.



Immagine 12 – Cavo per connessioni solari

Tutti i cavi per il collegamento in corrente continua devono essere protetti nel caso in cui il loro percorso possa essere soggetto a danneggiamenti. A tal fine possono essere utilizzate tubazioni protettive in PVC o altra tipologia di condotto di tipo non metallico.

#### ✓ Cavi elettrici per il collegamento in corrente alternata

Per i collegamenti in corrente alternata tra inverter e quadri elettrici AC e tra quadri elettrici AC e trasformatore saranno utilizzati cavi con conduttori in alluminio idonei a trasporto di energia e alla posa in aria libera o direttamente interrati.

I cavi elettrici impiegati saranno di tipo unipolare, con conduttore in corda di alluminio, rigida, compatta, classe 2, isolante in mescola di polietilene reticolato XLPE e guaina esterna in mescola termoplastica di poliolefina, tensione nominale di esercizio 0,6/1kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura massima di corto circuito 250°C, adatto alla posa direttamente interrata. Tipo ARE4\*E-XZ1 Baldassarri Cavi o equivalente.

Le sezioni impiegate saranno da 150, 240 o 300 mm<sup>2</sup>. I cavi devono essere idonei all'interramento diretto senza utilizzo di ulteriori tubazioni di contenimento e senza preparazione specifica del terreno.



Immagine 13 – Cavo con conduttore in alluminio per connessioni in bassa tensione

#### ✓ Cavidotti per linee di bassa tensione

##### Cablaggio tra moduli e inverter

Le condutture utilizzate per la posa dei cavi dai moduli fotovoltaici agli inverter dovranno, per quanto possibile, essere collocate sulle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. Ove ciò non sia possibile, i cavi saranno interrati in tubo corrugato in PVC doppia parete con diametro 63 mm e resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 450N.

#### ✓ Descrizione dei collegamenti in Media Tensione

Per i collegamenti in Media Tensione a 20kV, a partire dal lato MT dei trasformatori fino alle cabine di consegna, sarà utilizzato cavo unipolare avente le seguenti caratteristiche:

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 28 di 45

- Conduttore in alluminio con formazione rigida e compatta in classe 2, strato semiconduttore estruso, isolamento in polietilene reticolato XLPE senza piombo, schermo in fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale, guaina in mescola a base di PVC qualità ST2 colore rosso;
- Tensione nominale di esercizio  $U_0/U$  18/30 kV, tensione massima  $U_0/U = 30$  kV, temperatura massima di esercizio 90°C, temperatura minima di esercizio -15°C, temperatura massima di corto circuito 250°C. Posa interrata nelle condizioni di cui all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

I collegamenti e i giunti saranno realizzati con metodologia e materiali che garantiscano la perfetta continuità dell'isolante e del conduttore. Lo schermo del cavo sarà collegato a terra ad entrambe le estremità della linea. Prima della chiusura degli scavi sarà provato il livello di isolamento dei cavi posati.



Immagine 14 – Cavo unipolare in alluminio per circuiti in Media Tensione 20 kV

Per i collegamenti in Media Tensione a 20kV, a partire dalle cabine di consegna e fino alla Cabina primaria AT/MT di "Castellaccio", sarà utilizzato un cavo conforme alle direttive tecniche del Gestore di rete. In particolare, è previsto l'utilizzo di cavo tripolare a elica visibile tipo ARE4H5EX di sezione 240 mm<sup>2</sup> interrato in tubazione predisposta.



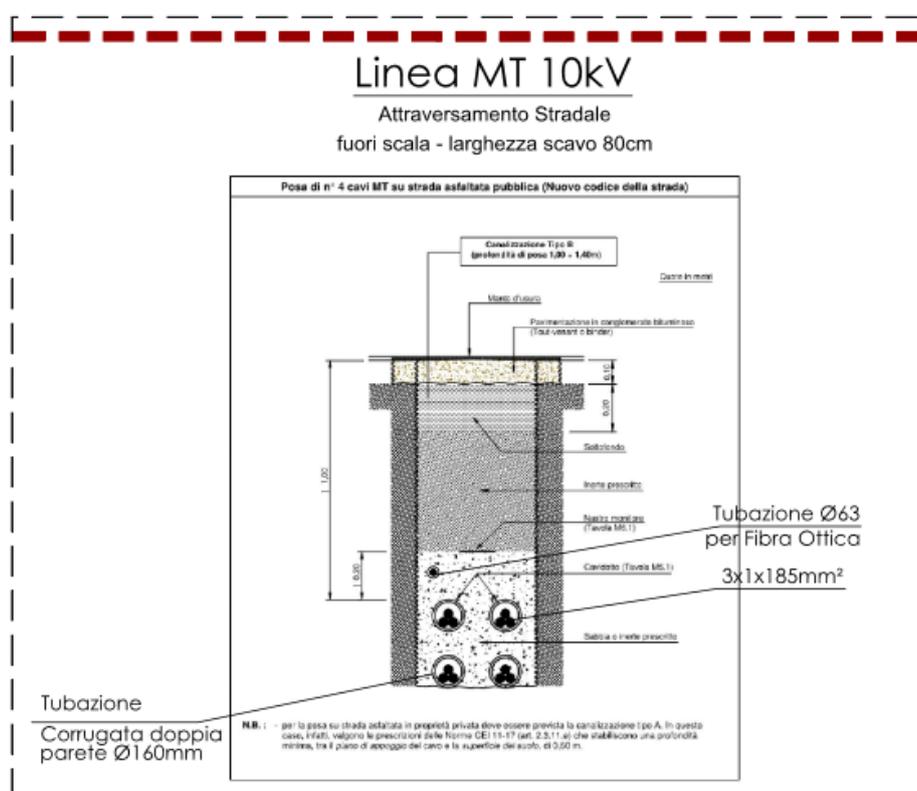
Immagine 14bis – Cavo unipolare in alluminio per circuiti in Media Tensione 20 kV

Nella seguente tabella sono riportate le sezioni di progetto:

GAVIGNANO		
Linea MT	Lunghezza (m)	Sezione (mm <sup>2</sup> )
TX1 Gavignano – Cabina di Consegna 1	273	240
TX2 Gavignano – Cabina di Consegna 2	25	240
TX3 Gavignano – Cabina di Consegna 3	201	240
Cabina di Consegna 2 – Cabina di Consegna 3	481	240
Cabina di Consegna 1– Cabina primaria Castellaccio	4470	240
Cabina di Consegna 3 – Cabina primaria Castellaccio	4075	240

Tabella 12 – Circuiti in Media Tensione

I conduttori dei circuiti di Media tensione saranno installati interrati previa posa in tubazione corrugata doppia parete di diametro almeno 160 mm, di colore rosso, con una resistenza allo schiacciamento di 450N e 40J all’impatto. Una tubazione sarà sufficiente per la posa di 3 cavi unipolari o di un cavo tripolare ad elica flessibile. Per i dettagli sulle sezioni di scavo si rimanda agli elaborati progettuali.



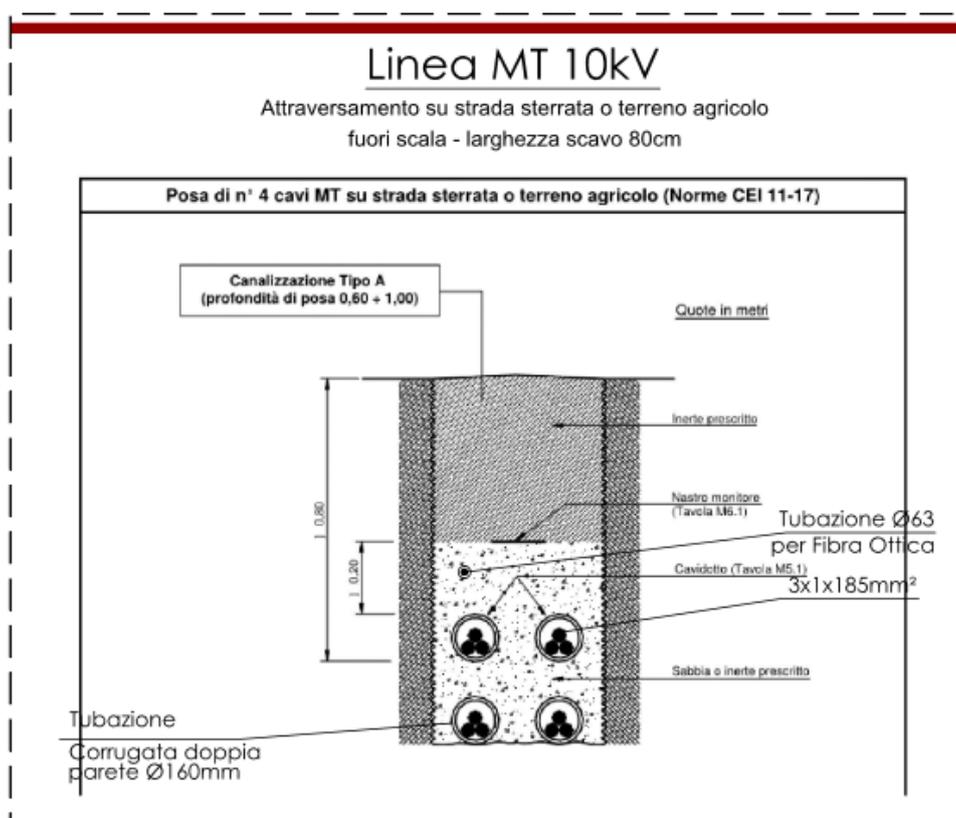


Immagine 15 – Sezioni indicative di posa dei circuiti di Media Tensione (4 terne su asfalto o su sterrato/agricolo)

## 6. Fase di cantiere

Nell'area di cantiere sono previsti kit di emergenza per l'assorbimento e contenimento in caso di fuoriuscita di liquidi pericolosi, come ad esempio carburanti.

Le strade pubbliche saranno costantemente monitorate per verificarne la pulizia ed eventuali danni. Per evitare di incidere negativamente sulla pulizia delle strade pubbliche attraversate sarà installato un apparecchio di lavaggio a pressione (idropulitrice) da utilizzare su tutti i veicoli che abbandonano il sito evitando di trasportare fango e detriti.

Il responsabile del cantiere monitorerà le condizioni delle strade e valuterà se sono necessarie ulteriori misure per mantenere la pulizia della strada, come ad esempio lo spazzamento della stessa.

Per l'installazione dell'area di cantiere sarà rimosso uno strato di terreno di circa 15 cm e sarà effettuato riempimento con ghiaia insieme ad uno strato geotessile. Al termine dei lavori l'area sarà ripristinata con la stessa tipologia di terreno vegetale originario. Il terreno rimosso, infatti, sarà raccolto in prossimità delle aree di rimozione. In questo modo sarà più facile recuperarlo e ridepositarlo. Il terreno vegetale sarà posizionato in una zona che non interferisca con l'installazione fotovoltaica.

L'area utilizzata per il cantiere, al termine dei lavori, sarà impiegata per l'installazione dei moduli fotovoltaici. Ad installazione completata sarà realizzato un piano di piantumazione come misura di mitigazione del paesaggio.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 31 di 45

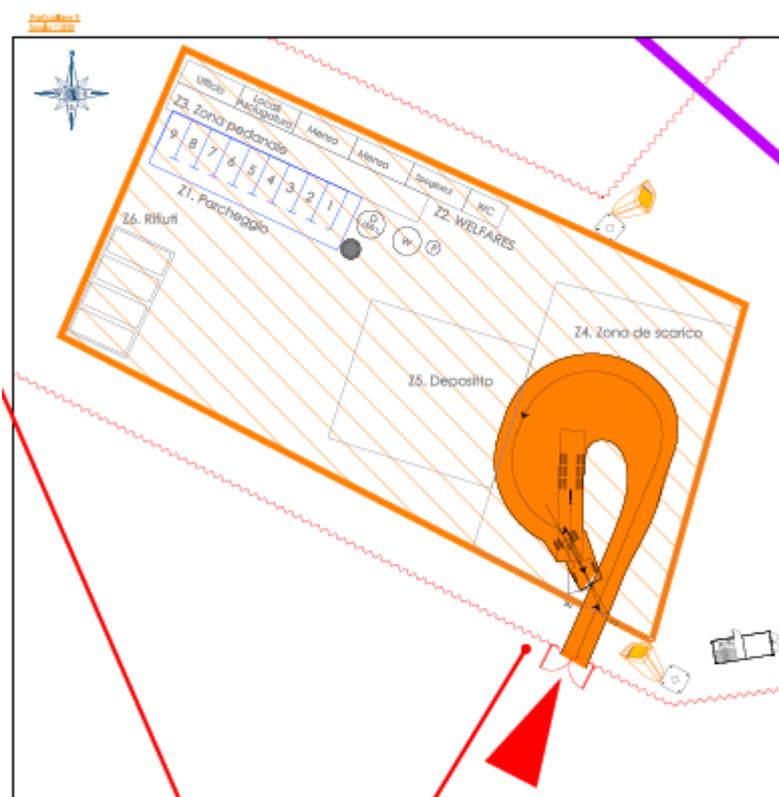


Immagine 16 – Area di cantiere tipo

### 6.1. Strutture di supporto

Di seguito viene descritto il processo di assemblaggio della struttura che sorreggerà i moduli fotovoltaici mantenendo l'orientamento e l'inclinazione ottimale di tutti i moduli dell'impianto per tutta la loro vita utile.

#### ✓ Criteri di installazione delle strutture di supporto

Come già citato in precedenza, la profondità di infissione delle strutture può variare tra 1,4 m e 2 m, in relazione alle caratteristiche del terreno, ma sempre assicurando la giusta resistenza strutturale in riferimento al carico vento che può manifestarsi nel sito ed al peso proprio. La struttura ha un intervallo di tilt di +/- 60° in direzione EST – OVEST, per massimizzare la producibilità dei moduli fotovoltaici.

L'infissione deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei a tale scopo, utilizzando macchinari progettati per l'infissione diretta dei montanti che formano le strutture. Tutti i punti di infissione saranno ricavati tramite georeferenziazione ottenuta con dispositivi GPS.

Una volta che l'infissione sarà completata, tutti i montanti che costituiscono parte della struttura saranno pronti e predisposti per il montaggio dei moduli fotovoltaici, perfettamente posizionati nei punti indicati nel progetto esecutivo delle opere.

#### ✓ Assemblaggio delle strutture dei moduli fotovoltaici

Una volta che i montanti delle strutture saranno posizionati si passerà al corretto assemblaggio dei profili di supporto dei moduli fotovoltaici utilizzando viti, bulloni e strumenti necessari per la corretta esecuzione. Dopo aver assemblato la struttura di supporto dei moduli fotovoltaici saranno collegati gli attuatori necessari ad implementare il movimento dell'inseguitore solare.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 32 di 45

Infine, saranno installati i moduli fotovoltaici utilizzando morsetti di ancoraggio terminali a "Z" e morsetti di ancoraggio intermedi a "OMEGA".

In corrispondenza dei punti della struttura in cui possono crearsi situazioni di contatto tra metalli a diversa elettronegatività saranno utilizzati giunti elastomerici per evitare accoppiamenti galvanici ed eliminare, quindi, possibili effetti di corrosione.

I profili e le dimensioni dei pilastri e delle travi utilizzati nella struttura di supporto saranno definiti in dettaglio con il progetto esecutivo delle opere.

## 6.2. Opere Edili

### ✓ Movimento Terra

La topografia del terreno oggetto di intervento non presenta una particolare pendenza. In conseguenza di ciò, la distribuzione dei moduli fotovoltaici sarà adattata alle condizioni del terreno senza necessità del relativo livellamento. Per questo motivo, si ritiene che i lavori sul terreno saranno ridotti al minimo necessario.

In relazione alle opere e alle attività in progetto si prevede un volume totale di terre e rocce da scavo, movimentate durante le fasi di costruzione dell'impianto fotovoltaico, pari a circa 27806 m<sup>3</sup>. Il valore stimato, in via preliminare, è stato determinato con riferimento i) alle operazioni di scotico superficiale delle aree viabilistiche, ii) ad eventuali livellamenti /rimodellamenti all'interno delle aree di impianto iii) agli scavi necessari per l'alloggiamento dei locali tecnici e per il posizionamento dei cavi elettrici interni alle aree di impianto iv) agli scavi previsti per il posizionamento della linea MT.

I materiali derivanti dagli interventi i), ii), iii), depositati provvisoriamente in situ durante le attività cantieristiche, saranno interamente riutilizzati presso le medesime aree. I materiali ottenuti dagli scavi per l'alloggiamento della linea MT saranno complessivamente utilizzati per le operazioni di rinterro delle trincee. Eventuali materiali residui saranno opportunamente gestiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente e conferiti presso discariche autorizzate.

Le principali opere civili da eseguire saranno suddivise nelle seguenti fasi:

- Livellamento del terreno. Nelle aree pianeggianti sarà possibile eseguire il livellamento con il solo utilizzo di bulldozer, ma in alcune aree specifiche a pendenza ripida sarà necessario utilizzare altri tipi di macchine e attrezzature di scavo e trasporto;
- Esecuzione degli scavi per cavidotti bt e MT;
- Riempimento degli scavi;
- Esecuzione degli scavi perimetrali destinati ai sistemi di sicurezza;
- Riepimento degli scavi perimetrali destinati ai sistemi di sicurezza;
- Esecuzione degli scavi per la realizzazione delle strutture di fondazione della cabina di consegna;
- Riempimento degli scavi di fondazione della cabina di consegna una volta eseguita la fondazione stessa;
- Scavi per la realizzazione dell'impianto di terra delle varie strutture;
- Riepimento degli scavi eseguiti per l'impianto di messa a terra;
- Scavi per la realizzazione delle fondazioni per apparecchiature elettromeccaniche di impianto;
- Chiusura del perimetro dell'area di intervento.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 33 di 45

## ✓ Strade

La centrale fotovoltaica necessita di essere mantenuta per tutta la sua vita utile. Sarà quindi necessario, procedere alla realizzazione di percorsi interni al campo fotovoltaico attraverso la realizzazione di stradelli (di larghezza pari ad almeno 3 m) che consentiranno di accedere a tutti i componenti di impianto.

La realizzazione delle strade richiede più lavorazioni, che possono avvenire anche contemporaneamente e possono essere eseguite con gli stessi mezzi di spandimento e compattazione.

L'ordine delle lavorazioni sarà il seguente:

- Esecuzione di scotico: Solitamente viene eseguito con bulldozer ed interessa la pulizia di uno strato superficiale di terreno di profondità 15 cm;
- Scavo: In alcuni punti in cui si rende necessario abbassare il livello della strada rispetto al terreno;
- Riepipimento: In alcune zone in cui si rende necessario ridurre la pendenza della strada rispetto al terreno, utilizzando materiale di risulta degli scavi;
- Posizionamento di tessuto geotessile con funzione di separazione e anticontaminante;
- Al di sotto dello strato finale della strada sarà effettuato un riempimento tipo misto sabbia ghiaia con granulometria specifica (tolleranza inferiore a 3 cm);
- Lo strato superiore finale è solitamente formato da materiale granulometrico continuo che consente una migliore compattazione. La tolleranza deve essere inferiore a 2 cm.

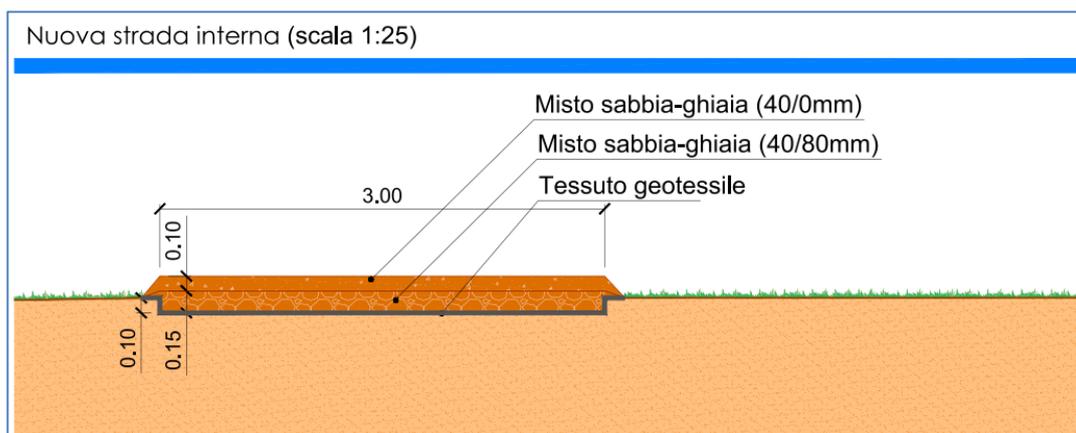


Immagine 17 – Dettaglio delle strade tipo (viabilità interna)

Per la realizzazione della viabilità di impianto saranno utilizzati i seguenti materiali:

- Tessuto geotessile per dividere il nuovo materiale distribuito rispetto al terreno esistente;
- Pietrame con maggior dimensione per realizzare una buona base;
- Misto fine per avere una buona finitura e migliorare la coesione;
- Acqua per compattare.

Per la realizzazione delle opere saranno invece impiegati i seguenti mezzi d'opera:

- Camion per il trasporto materiale (pietra, misto etc...);
- Dumpers;
- Escavatori di grande tonnellaggio;

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 34 di 45

- Rullo di grande tonnellaggio;
- Cisterna d'acqua trasportata da trattore per bagnare le strade.

#### ✓ Recinzione

Sarà realizzata una recinzione perimetrale dei lotti di impianto, che racchiuderà tutte le strutture come cabina di consegna, container per il sistema di controllo e monitoraggio, strutture fotovoltaiche e i centri di trasformazione. La recinzione sarà realizzata con pilastri verticali e rete metallica flessibile perimetrale (plastificata in colore verde o metallico), di altezza pari 2,20 m, posizionata nel terreno tramite pali ad infissione (senza l'utilizzo di plinti/pozzetti di fondazione in cemento). La stessa struttura sarà rialzata di 20 cm lungo tutto il perimetro per consentire il transito/passaggio della fauna locale.

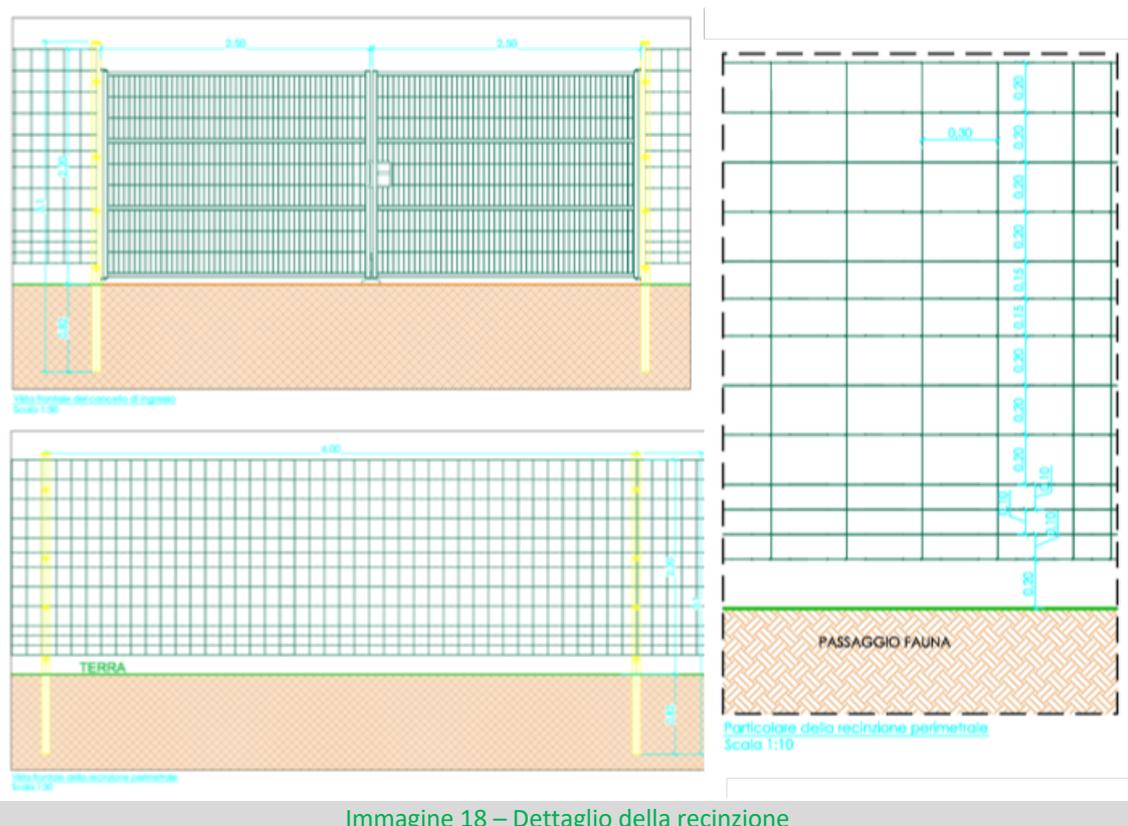


Immagine 18 – Dettaglio della recinzione

Per la realizzazione delle recinzioni saranno utilizzati i seguenti materiali e strumenti:

- Pali di metallo trattati per resistere alla durata dell'installazione e alle condizioni atmosferiche;
- Recinzione metallica plastificata colore verde di altezza 2,20 m;
- Pali per infissione della recinzione;
- Cancello di ingresso con finitura zincata a caldo;
- Porta pedonale per 1 persona per uscita di emergenza;
- Paletti in acciaio e corda di nylon per i tracciamenti;
- Macchinari idonei all'infissione dei pali;
- Livella per l'allineamento dei pali;
- Strumenti manuali per stendere e fissare la recinzione;
- Macchinari idonei al trasporto di pali e recinzione.

In prossimità della recinzione sarà realizzato uno scavo che ospiterà i cavidotti delle linee di comunicazione e forza motrice necessarie all'impianto di videosorveglianza.

Saranno disponibili più cancelli di accesso all'impianto, come riportato sugli elaborati tecnici progettuali. La cabina di consegna sarà localizzata a confine, nel perimetro della recinzione e dal lato più vicino possibile alla sottostazione a cui sarà collegata.

### ✓ Fondazioni

Saranno realizzate tutte le fondazioni necessarie alla realizzazione delle costruzioni di impianto.

Le costruzioni principali saranno le due cabine di consegna e la cabina di utenza, che saranno posizionate su vasche di fondazione prefabbricate create "ad hoc" per il posizionamento delle cabine.

La vasca di fondazione sarà di tipo monolitico autoportante, posizionata su uno strato di magrone da 10 cm. Gli spessori delle varie sezioni della vasca di fondazione saranno da 15 cm.

La vasca sarà preforata sulle pareti laterali per il passaggio delle tubazioni per posa dei cavi elettrici

La fondazione della cabina di consegna sarà realizzata alla profondità richiesta dal progetto esecutivo, senza la necessità di strati di tessuto geotessile.

La fondazione sarà idonea alla realizzazione delle costruzioni contenenti le apparecchiature, garantendo stabilità e resistenza per tutta la vita utile dell'impianto.

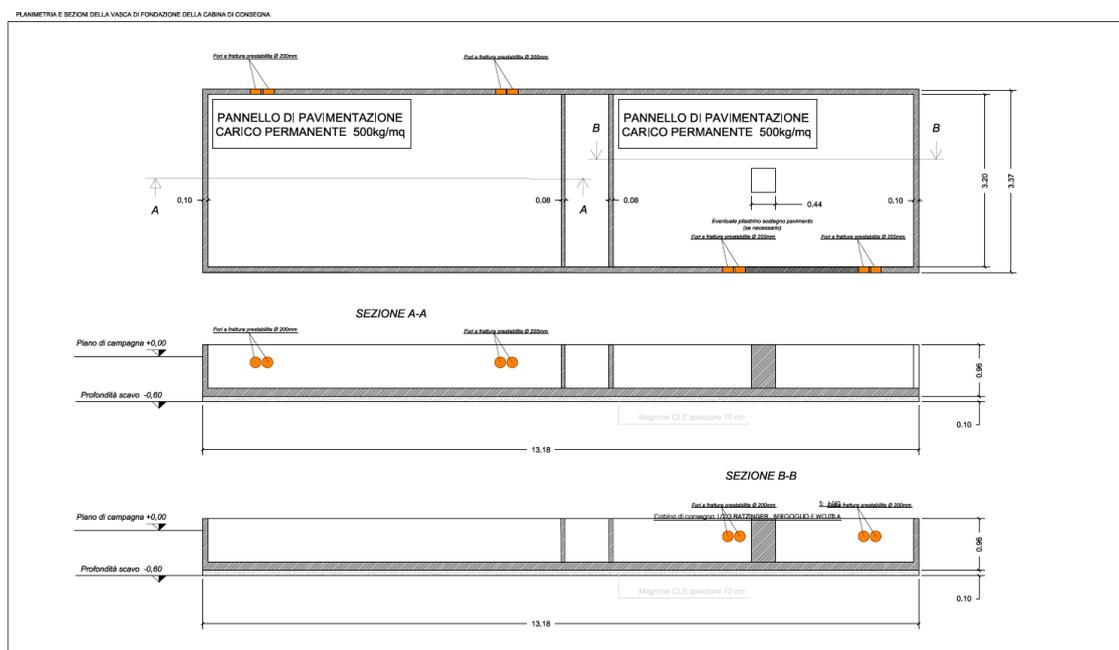


Immagine 19 – Vasca di fondazione tipo per cabina di consegna o cabina di utenza

Per il posizionamento dei trasformatori MT/bt e dei relativi quadri elettrici da esterno in bassa e media tensione, saranno realizzate in situ fondazioni aventi le seguenti dimensioni in pianta:

- Trasformatore 4070 kVA = L 3000 x P 2000;
- Trasformatore 5950 kVA = L 3300 x P 2200.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 36 di 45

Ciascuna fondazione sarà costituita da uno strato più profondo di misto compatto di circa 0,30 m, un ulteriore strato in calcestruzzo (0,10 m) e un basamento in cemento di spessore indicativo pari a 0,20 m (da stabilirsi in dettaglio nel progetto esecutivo).

La struttura di fondazione sarà dotata di armatura in ferro elettrosaldata, necessaria sia per la resistenza meccanica del calcestruzzo sia per il collegamento a terra delle apparecchiature elettriche.

La fondazione sarà idonea alla realizzazione delle costruzioni contenenti le apparecchiature, garantendo stabilità e resistenza per tutta la vita utile stabilita per l'impianto.

Tra la fondazione e il terreno sarà interposto uno strato di tessuto geotessile per evitare il contatto diretto del cemento sul terreno, prevenendo qualsiasi fenomeno di infiltrazione.

Le telecamere dei circuiti di videosorveglianza saranno installate su pali montati su basi infisse nel terreno senza utilizzo di alcun materiale cementizio. Sulle basi è praticata un'ideale apertura necessaria al passaggio cavi all'interno del palo. I bulloni utilizzati saranno in acciaio inossidabile e sarà applicato un trattamento anticorrosivo ai sensi della norma UNI ISO 2081/2018.

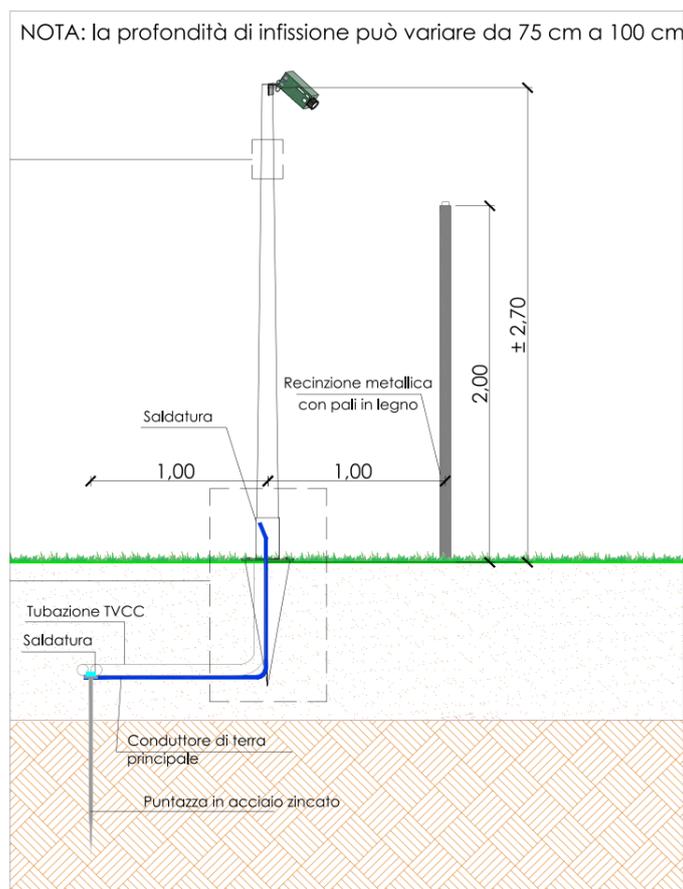


Immagine 20 – Particolari dell'infissione dei pali per telecamere TVCC

#### ✓ Scavi

Gli scavi saranno eseguiti per il passaggio interrato dei cavi di bassa tensione, delle linee dati in fibra ottica, dell'impianto di messa a terra e dei cavi MT. Gli scavi saranno inoltre necessari per l'interramento dei



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 38 di 45

✓ **Acqua potabile**

Per l'utilizzo, sia in fase di costruzione sia di funzionamento, sarà utilizzata solo acqua potabile in bottiglia. I servizi igienici, per la sola fase di costruzione, saranno di tipo chimico e la manutenzione degli stessi sarà affidata a ditta specializzata.

## 7. Pianificazione della logistica e cronoprogramma

### 7.1. Pianificazione della logistica

Al fine di rispettare il cronoprogramma di costruzione, è importante gestire la logistica di tutti i beni e le attrezzature necessarie, a partire dal produttore e fino all'installazione in sito.

Per la realizzazione del campo fotovoltaico di Gavignano è stato progettato un piano logistico basato sulla filosofia "Just-in-time", evitando l'utilizzo di depositi intermedi.

Il trasporto sarà gestito direttamente dal fornitore e fino alla consegna in sito.

La maggior parte dei materiali sarà importata. I moduli fotovoltaici e gli inverter di stringa arriveranno dalla Cina, trasportati su container navali, con una durata del viaggio in mare indicativa di 34 giorni. Le strutture ad inseguimento per il sostegno dei moduli fotovoltaici sono di produzione spagnola e la maggior parte delle spedizioni arrivano dalla Spagna.

Il trasformatore, i quadri elettrici, i cavi, così come tutte le altre apparecchiature saranno principalmente di origine europea. Normalmente saranno trasportati in camion telonati con rimorchio per ridurre al minimo la quantità dei trasporti. Nel viaggio diretto dal produttore al sito si stimano 3 giorni di transito marittimo.

I materiali di importazione una volta spediti saranno poi trasportati in container marittimi, per mezzo di navi mercantili e camion con piattaforma.

I container saranno controllati prima esternamente e poi saranno scaricati e riconsegnati per il ritorno alla compagnia di spedizione.

Non è previsto l'uso di magazzini intermedi né smistamento della merce. A seconda del numero di container necessari, per la spedizione e la capacità di scarico e distribuzione dei materiali da costruzione, potrebbe essere necessario disporre di un'area di "attesa" per un provvisorio deposito materiale.

Nell'ambito dell'area di costruzione sarà prevista un'area di cantiere con uffici, mense, servizi igienici e tutto quanto necessario, comprese diverse aree di riposo.

Per un appropriato sviluppo del processo di costruzione, saranno attivate diverse aree di scarico e distribuzione materiali. Saranno anche previste aree per il deposito dei materiali di maggior valore e potenzialmente soggetti a furto.

La maggior parte dei materiali che arriveranno in sito saranno distribuiti direttamente nelle aree di lavorazione secondo il cronoprogramma giornaliero.

Sarà previsto un "piano di gestione del traffico" per ridurre al minimo gli inconvenienti, utilizzando le vie più grandi e con la sicurezza necessaria. Saranno predisposti:

- Percorsi per camion;
- Strade di manovra per camion nel caso in cui le strade di accesso non possano essere utilizzate in entrambe le direzioni;
- Installazione di segnaletica stradale ed indicazioni di accesso all'area;
- Orari di ingresso e uscita dei veicoli.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 39 di 45

Le consegne in sito saranno coordinate seguendo il piano di gestione del traffico, con idonee istruzioni agli autisti riguardanti i tempi di consegna di ogni materiale e assegnando un tempo sufficiente per scaricare i camion, al fine di evitare assembramenti ed attese.

Durante il periodo di costruzione dell'impianto saranno disponibili in sito macchinari per movimentazione e scarico dei materiali, quali:

- Solleventi telescopici e carrelli elevatori per lo scarico di pannelli solari, cavi, tubazioni, etc;
- Gru mobili o autoportanti per scaricare principalmente quadri elettrici ed apparecchiature di media tensione.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"

EL 01

Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto

Rev. 01

25.11.2022

Pagina 40 di 45

GAVIGNANO															COMPLETED		CHANGES		NOTICE TO PROCEED			
Containers:		139													WAREHOUSE		SIGNIFICATIVE		01.04.23			
Pallets:		0																				
MODULES															SUPPLIER		CIF		CIVITAVECCHIA		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	G2	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
1		Delivery 1 MODULES 1	20	0	0	10.04.23	3	13.04.23	NINGBO	16.04.23	33	CIVITAVECCHIA	19.05.23	3	1	4	23.05.23	28.05.23				
2		Delivery 2 MODULES 2	20	0	0	17.04.23	3	20.04.23	NINGBO	23.04.23	33	CIVITAVECCHIA	26.05.23	3	1	4	30.05.23	04.06.23				
3		Delivery 3 MODULES 3	22	0	0	24.04.23	3	27.04.23	NINGBO	30.04.23	33	CIVITAVECCHIA	02.06.23	3	1	4	06.06.23	11.06.23				
DUCT & CABLE															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	G	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
4		Delivery 1 DUCT	0	2	0	13.05.23	4			-		Not Required	-	-		2	17.05.23	17.05.23				
5		Delivery 2 CABLE (LV & EARTHING)	0	4	0	17.05.23	4			-		Not Required	-	-		4	21.05.23	21.05.23				
COMBINER BOXES															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	1	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
6		Delivery 1 CABLE - STRING	0	1	0	24.05.23	3			-		Not Required	-	-		1	27.05.23	27.05.23				
INVERTERS															SUPPLIER		FOB		Supplier's nearest port		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	1	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
8		Delivery 1 Inverters	0	1	0	06.05.23	2	08.05.23	HONG KONG	08.05.23	32	CIVITAVECCHIA	09.06.23	3	1	2	13.06.23	13.06.23				
TRANSFORMERS															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	5	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
9		Delivery 1 TRANSFORMERS	0	3	0	29.06.23	4			-		Not Required	-	-		3	03.07.23	03.07.23				
10		Delivery 2 CELLS	0	2	0	29.06.23	4			-		Not Required	-	-		2	03.07.23	03.07.23				
FRAME															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	5G	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
11		Delivery 1 FRAME 1	0	10	0	22.04.23	4			-		Not Required	-	-		5	26.04.23	28.04.23				
12		Delivery 2 FRAME 2	0	10	0	29.04.23	4			-		Not Required	-	-		5	03.05.23	05.05.23				
13		Delivery 3 FRAME 3	0	10	0	06.05.23	4			-		Not Required	-	-		5	10.05.23	12.05.23				
14		Delivery 4 FRAME 4	0	10	0	13.05.23	4			-		Not Required	-	-		5	17.05.23	19.05.23				
15		Delivery 5 FRAME 5	0	8	0	20.05.23	4			-		Not Required	-	-		5	24.05.23	25.05.23				
16		Delivery 6 FRAME 6	0	8	0	27.05.23	4			-		Not Required	-	-		5	31.05.23	01.06.23				
MV															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	1	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
17		Delivery 1 CABLE & MATERIALS	0	1	0	13.05.23	4			-		Not Required	-	-		1	17.05.23	17.05.23				
18		Delivery 2 SWITCHGEAR BUILDING	0	1	0	02.07.23	6			-		Not Required	-	-		1	08.07.23	08.07.23				
CCTV															SUPPLIER		DDP		GAVIGNANO		ARRIVAL DATE TO SITE	
#	1	Description	Qty	Unit	Per Unit	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.				
19		Delivery 1 CAMERAS, FIBER & CABLE	0	0	1	20.06.23	4			-		Not Required	-	-		1	24.06.23	24.06.23				

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"

EL 01

Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto

Rev. 01

25.11.2022

Pagina 41 di 45

SUPPLIER													ARRIVAL DATE TO SITE					
1	Description	40" HC	40"	20"	Pallet	COLLECTION	TT	ON PORT	EXIT PORT	ETD	TT	DESTINY PORT	ETA	C.C.	TT	CONT / DAY	1st cont.	Last cont.
FENCING																		
SUPPLIER													ARRIVAL DATE TO SITE					
2	Delivery 1: MESH FENCE & POLES	0	2	0		17.04.23	2			-		Not Required	-	-		2	19.04.23	19.04.23
OTHER																		
SUPPLIER													ARRIVAL DATE TO SITE					
22	Delivery 1: COMMUNICATIONS	0	0	1		20.06.23	4			-		Not Required	-	-		1	24.06.23	24.06.23
MONITORING UNIT																		
SUPPLIER													ARRIVAL DATE TO SITE					
23	Delivery 1: MONITORING	0	1	0		27.05.23	4			-		Not Required	-	-		1	31.05.23	31.05.23

Immagine 23 – Esempio Piano del traffico e della logistica

7.2. Stima del traffico veicolare – numero di camion

SETT.1	
SETT.2	
SETT.3	
SETT.4	2
SETT.5	10
SETT.6	10
SETT.7	10
SETT.8	17
SETT.9	29
SETT.10	29
SETT.11	22
SETT.12	1
SETT.13	3
SETT.14	
SETT.15	6
SETT.16	15
SETT.17	
SETT.18	
SETT.19	
SETT.20	
SETT.21	
<b>TOTALE</b>	<b>154</b>

Tabella 13 – Stima del traffico veicolare

**CRONOPROGRAMMA**

LAVORAZIONI	SETTIMANE																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>PREPARAZIONE DEL SITO</b>																					
Area di Cantiere																					
Recinzione temporanea																					
Strade interne																					
<b>Opere civili</b>																					
Scavi interni e perimetrali																					
Fondazioni e basamenti																					
<b>Opere elettriche</b>																					
Cablaggio bt																					
Cablaggio MT																					
<b>Installazione quadri AC</b>																					
<b>Installazione di Inverter trasformatori e quadri elettrici</b>																					
<b>Installazione Strutture</b>																					
<b>Installazione moduli fotovoltaici</b>																					
<b>Cabine di consegna e cavidotto di connessione</b>																					
Cavidotto di connessione																					
Cabine di consegna/utenza																					
<b>Cablaggio e installazione impianto TVCC</b>																					
<b>Recinzione perimetrale e cancelli</b>																					
<b>Attivazione</b>																					
<b>Collaudo</b>																					

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "GAVIGNANO"				
EL 01	Relazione tecnico descrittiva impianto e cavidotto	Rev. 01	25.11.2022	Pagina 43 di 45

## 8. Normativa di riferimento

La progettazione e la costruzione dovranno essere sviluppate in conformità alle normative nazionali ed internazionali che, a titolo indicativo e non esaustivo, si richiamano nel seguito:

- CEI EN 62271-100 "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata";
- CEI EN 62271-102 "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 102: Sezionatori e Sezionatori di terra a corrente alternata";
- CEI EN 62271-200 "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso";
- CEI EN 62271-202, "Apparecchiatura ad alta tensione Parte 202: Sottostazioni prefabbricate ad alta tensione/bassa tensione";
- CEI EN 61378-1 "Trasformatori di conversione Parte 1: Trasformatori per applicazioni industriali";
- IEC 60076 series " Power Transformers";
- CEI EN 62109 serie "Sicurezza degli apparati di conversione di potenza utilizzati in impianti fotovoltaici di potenza";
- CEI EN 62116:2015 "Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica";
- CEI EN 62093: 2005 "Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali";
- CEI EN 61724: 2018. "Prestazioni dei sistemi fotovoltaici";
- CEI EN 61829: 2018: "Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V";
- CEI EN 62446: 2016 "Sistemi fotovoltaici - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva";
- CEI EN 62053 series "Electricity metering equipment (a.c.)";
- IEC 61439 and 60439 series "Low-voltage switchgear and control gear assemblies";
- IEC 60947 series "Low-voltage switchgear and control gear";
- IEC 60364 series "Low-voltage electrical installations";
- CEI EN 61936 serie "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a";
- CEI EN 62305 series, "Protezione contro i fulmini";
- CEI EN 62055 series, "Misura dell'energia elettrica – sistemi di pagamento";
- CEI EN 62676-4 " Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza Parte 4: Linee guida di applicazione";
- IEC 60502 series, "Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um=1.2 kV) up to 30 kV (Um=36 kV)";
- IEC 60287 series "Electric cables - Calculation of the current rating";
- IEC 60853 "Cyclic rating factor for cables up to and including 18/30 (36) kV";
- IEC 61869 series "Instruments Transformers";
- IEC 62262 "Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts";
- CEI EN 60529 "Grado di protezione degli involucri";
- IEC/TS 62727: 2013 Photovoltaic systems - Specification for solar trackers Ed. 1;

- IEC 61000 series: Electromagnetic compatibility (EMC);
- IEC 82/618/NP, Specifications of Solar Trackers used for Photovoltaic Systems;
- Eurocodici:
  - Eurocodice 0 Criteri generali di progettazione strutturale
  - Eurocodice 1 Azioni sulle strutture
  - Eurocodice 3 Progettazione delle strutture in acciaio
  - Eurocodice 8 Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per-sistema solari fotovoltaici per-uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI 0-16: 2019 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:
  - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
  - CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
  - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):2015: Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI 20-19 serie: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20 serie : Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- CEI 20-48 "Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV";
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
  - ✓ CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
  - ✓ CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
  - ✓ CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
  - ✓ CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
  - ✓ CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici";
- UNI 10349: "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici";
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): "Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati";
- CEI 13-4: "Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica";
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari – Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)";
- CEI EN 50470 serie "Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.)";
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).