

TAV.

0.1

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	02/09/2021	PRIMA EMISSIONE	SCM Ingegneria	SCM Ingegneria	Portelli S.R.L.

NOME FILE	CODIFICA DELL'ELABORATO
FV252627-PD_A_0.1_Relazione Tecnica Desc	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>
DOCUMENTO N°	TITOLO
FV252627-PD_A_0.1_REL_r00	COMUNE DI MISILISCEMI - c.de Ballottella - Portelli Impianto Agrovoltaiico di 17.97 MWp denominato PORTELLI
SCALA CAD	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
1 unità =	DEGLI ELEMENTI TECNICI
FORMATO	
A4	
SCALA	
FOGLIO	
/	

COMMITTENTE



PORTELLI SRL

Questo documento contiene informazioni di proprietà Portelli s.r.l. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Portelli s.r.l.

This document contains information proprietary to Portelli s.r.l. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Portelli s.r.l is prohibit.

PROJECT EXECUTION

I TECNICI



Via C. del Croix, 55

72022 Latiano BR

Mail: info@scmingegneria.it

Tel : +39 0831 728955

## Sommario

1. Introduzione.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
2.1. La Strategia Energetica Nazionale (SEN).....	5
2.2. Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS).....	6
2.1. Procedure autorizzative .....	8
3. Obiettivi.....	9
3.1. Ricadute ambientali .....	9
3.2. Risparmio combustibile fossile.....	9
3.3. Emissioni evitate in atmosfera .....	10
4. Ricadute economiche ed occupazionali .....	10
5. SITO DI INSTALLAZIONE.....	13
5.1. Accessibilità.....	19
5.2. Inquadramento urbanistico .....	19
5.3. Inquadramento paesaggistico e ambientale.....	23
5.4. Layout area di progetto.....	25
6. Opere civili in progetto.....	27
6.1. Viabilità interna .....	28
6.2. Sistemazione aree Cabine e Power Station .....	28
6.3. Fondazioni inseguitori.....	28
6.4. Cavidotto .....	30
6.5. Box prefabbricati per cabine elettriche .....	31
Vasca di fondazione .....	31
6.6. Recinzione e fascia verde perimetrale .....	32
6.7. Impianto di videosorveglianza.....	34
6.8. Impianto di illuminazione .....	34
7. Specifiche tecniche impianto .....	35
7.1. Moduli fotovoltaici .....	36
7.2. Stringhe fotovoltaiche .....	37
7.3. Quadri di campo .....	37
7.4. Inverter, sistema di conversione DC/AC.....	38
8. Stazione elettrica utente .....	41
8.1. Apparecchiature AT .....	42
8.2. Trasformatore AT/MT .....	43
8.3. Quadro MT .....	44
9. SISTEMI DI PROTEZIONE .....	45
9.1. Impianto di messa a terra .....	45
9.2. Misure di protezione e sicurezza .....	45

9.3.	Misure di protezione contro i contatti diretti .....	45
9.4.	Misure di protezione contro i contatti indiretti .....	46
9.5.	Misure di protezione dalle scariche atmosferiche.....	46
10.	Sistemi Ausiliari.....	47
10.1.	Sistema di sicurezza e sorveglianza.....	47
10.2.	Sistema di monitoraggio e controllo .....	48
10.3.	Sistema di illuminazione e forza motrice .....	50
11.	Strutture di supporto moduli fotovoltaici .....	50
11.1.	Componenti strutturali .....	51
11.2.	Teste pali e cuscinetti .....	52
11.3.	Gruppo di riduzione, motore e travi .....	53
11.4.	SUPPORTO MODULI .....	54
11.5.	Testing .....	55
12.	Cavi elettrici e canalizzazioni.....	56
12.1.	Dimensionamento dei cavi elettrici .....	57
	Riferimenti normativi.....	57
	Dimensionamento dei conduttori di neutro e di protezione .....	57
	Calcolo della temperatura dei cavi .....	58
12.2.	Calcolo delle correnti di corto circuito .....	58
13.	Funzionamento del sistema .....	60
13.1.	Verifica tecnico funzionale dell'impianto .....	60
13.2.	CALCOLI PRESTAZIONALI DEL SISTEMA.....	60
13.2.1.	Dati di irraggiamento solare .....	60
13.2.2.	DISPONIBILITÀ DELLA FONTE SOLARE .....	61
13.2.3.	Fattori morfologici e ambientali .....	62
13.3.	Criterio generale di progetto .....	64
13.4.	Criterio di stima dell'energia prodotta .....	64
13.5.	Criterio di verifica elettrica .....	65
14.	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	66
15.	Cronoprogramma dei lavori .....	68
15.1.	TEMPI DI ESECUZIONE .....	69
16.	Dismissione impianto.....	70
16.1.	Deposito temporaneo.....	71
	Classificazione dei rifiuti .....	71
16.2.	Raccolta, trasporto e destinazione dei rifiuti .....	72
16.3.	OPERAZIONI DI RECUPERO .....	73
16.4.	Cronoprogramma delle attività di dismissione .....	77
16.5.	COSTI DI DISMISSIONE .....	78

## 1. INTRODUZIONE

Con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all'attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Il Progetto è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell'Allegato I-bis alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c) – “impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW” (fattispecie aggiunta dall'art. 31, comma 6, della legge n. 108 del 2021) - pertanto rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale di competenza delle Statale.

I progetti di cui all'Allegato I-bis alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 concorrono al raggiungimento degli obiettivi fissati dal Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNIEC), predisposto in attuazione del Regolamento (UE) 2018/1999 e le opere ad essi connesse costituiscono interventi di pubblica utilità, indifferibili e urgenti.»;

Di seguito si illustra il Progetto dell'impianto fotovoltaico denominato “Portelli”. Si precisa che per quanto riguarda le caratteristiche delle componenti tecnologiche esse potrebbero subire delle modifiche nella fase di progettazione esecutiva, in virtù dell'introduzione sul mercato di prodotti con prestazioni migliori.

### DATI GENERALI DI PROGETTO:

**Tipologia:** Progetto impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica.

**Proponente:** **Portelli s.r.l.**  
Indirizzo: Via Buonarroti 39, 20145 Milano  
Partita IVA: 11944650966 - CCIAA Milano REA MI – 2632450  
PEC: portellisrl@legalmail.it

**Ubicazione:** Comune di Misiliscemi (TP)

**Potenza complessiva in immissione:** 17,97 MW.

**Nome del progetto dell'impianto fotovoltaico:** Impianto fotovoltaico “PORTELLI”.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1. La Strategia Energetica Nazionale (SEN)

La Strategia Energetica Nazionale (SEN) costituisce il piano decennale del Governo italiano per anticipare e gestire il cambiamento del sistema energetico. Un percorso che è coerente anche con lo scenario a lungo termine del 2050 stabilito dalla Roadmap europea che prevede la riduzione di almeno l'80% delle emissioni rispetto al 1990. Gli obiettivi della Strategia sono principalmente tre, quali rendere il sistema energetico nazionale più competitivo, sostenibile e sicuro. A tal fine mira ad allineare i prezzi energetici italiani a quelli europei sia per le imprese che per i consumatori. In riferimento al secondo obiettivo vuole realizzare un processo di decarbonizzazione in linea con gli obiettivi di lungo termine dell'Accordo di Parigi, promuovendo uno stile di vita responsabile; per ultimo vuole migliorare la sicurezza dell'approvvigionamento e della fornitura per rafforzare l'indipendenza energetica dell'Italia. Lo sviluppo delle fonti rinnovabili è funzionale non solo alla riduzione delle emissioni, ma anche al contenimento della dipendenza energetica e, in futuro, alla riduzione del divario di prezzo dell'elettricità rispetto alla media europea. **Di grande rilievo per il nostro Paese è la questione della compatibilità tra obiettivi energetici ed esigenze di tutela del paesaggio.** Poiché la tutela del paesaggio è un valore irrinunciabile, la SEN 2017 favorisce i rifacimenti (repowering/revamping) degli impianti a fonti rinnovabili eolici, idroelettrici, geotermici e fotovoltaici e dà priorità alle aree industriali dismesse, destinando maggiori risorse dalle rinnovabili agli interventi per aumentare l'efficienza energetica.

L'Italia ha già raggiunto gli obiettivi rinnovabili 2020, con una penetrazione di 17,5% sui consumi complessivi al 2015 rispetto ad un target al 2020 di 17%.

#### Consumi finali lordi di energia in Italia - Mtep

Fonte	2015	2016	2017	Δ 17-16
CFL FER – Settore Elettrico	9,4	9,5	9,7	0,2
CFL FER – Settore Termico	10,7	10,5	11,0	0,5
CFL FER – Settore Trasporti	1,2	1,0	1,1	0,0
<b>CFL FER</b>	<b>21,3</b>	<b>21,1</b>	<b>21,8</b>	<b>0,7</b>
Consumi finali lordi di energia (CFL)	121,5	121,1	123,0	1,9
<b>Quota dei CFL coperta da FER</b>	<b>17,5%</b>	<b>17,4%</b>	<b>17,7%</b>	<b>0,3%</b>

Fonte: GSE

L'obiettivo da raggiungere entro il 2030, ambizioso ma perseguibile, è del 28% di rinnovabili sui consumi complessivi da declinarsi in:

- rinnovabili elettriche al 55% al 2030 rispetto al 33,5% del 2015
- rinnovabili termiche al 30% al 2030 rispetto al 19,2% del 2015
- rinnovabili trasporti al 21% al 2030 rispetto al 6,4% del 2015 <sup>1</sup>

Per quanto riguarda l'efficienza energetica prevede.

- riduzione dei consumi finali (10 Mtep/anno nel 2030 rispetto al tendenziale);

<sup>1</sup> [BROCHURE SEN.pdf \(savenrg.it\)](#)

- cambio di mix settoriale per favorire il raggiungimento del target di riduzione CO2 non-ETS, con focus su residenziale e trasporti.

La Strategia Energetica Nazionale, inoltre, prevede una accelerazione della chiusura della produzione elettrica degli impianti termoelettrici a carbone al 2025, da realizzarsi tramite un puntuale e piano di interventi infrastrutturali, tecnologia, ricerca e innovazione. La nuova SEN pianifica di raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021.

## 2.2. Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS)

Le strategie di politica energetica regionale delineate nel PEARS possono essere così sintetizzate:

- Valorizzazione e gestione razionale delle risorse energetiche rinnovabili e non rinnovabili;
- Riduzione delle emissioni climalteranti ed inquinanti;
- Riduzione del costo dell'energia per imprese e cittadini;
- Sviluppo economico e sociale del territorio siciliano;
- Miglioramento delle condizioni per la sicurezza degli approvvigionamenti.

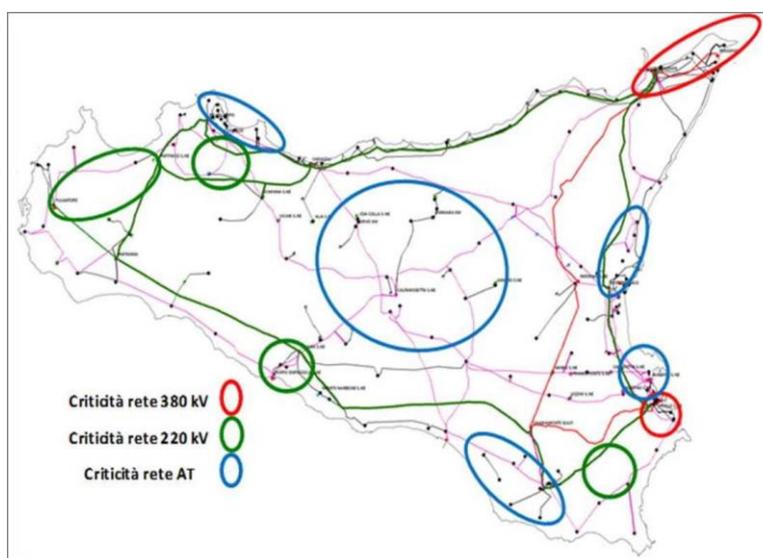
Queste strategie richiedono uno strumento di pianificazione che ben individui le fonti energetiche sia disponibili che da promuovere, correlato ad una analisi della struttura dei consumi territoriali e settoriali con individuazione delle aree di possibile intervento e la predisposizione di piani d'azione che possano garantire adeguati ritorni economici e sociali, nel rispetto dei principi di sostenibilità ambientale e della salvaguardia della salute pubblica. Coerentemente con tali strategie il Piano ha individuato obiettivi da perseguire, secondo principi di priorità, sulla base dei vincoli che il territorio e le sue strutture di governo, di produzione e l'utenza pongono, tra i quali:

- Contribuire ad uno sviluppo sostenibile del territorio regionale attraverso l'adozione di sistemi efficienti di conversione ed uso dell'energia nelle attività produttive, nei servizi e nei sistemi residenziali ;
- Promuovere una forte politica di risparmio energetico in tutti i settori, in particolare in quello edilizio, organizzando un coinvolgimento attivo di enti, imprese, e cittadini ;
- Promuovere una diversificazione delle fonti energetiche, in particolare nel comparto elettrico, con la produzione decentrata e la "decarbonizzazione";
- Promuovere lo sviluppo delle Fonti Energetiche Rinnovabili ed assimilate, tanto nell'isola di Sicilia che nelle isole minori, sviluppare le tecnologie energetiche per il loro sfruttamento;
- Favorire il decollo di filiere industriali, l'insediamento di industrie di produzione delle nuove tecnologie energetiche e la crescita competitiva ;
- Favorire le condizioni per una sicurezza degli approvvigionamenti e per lo sviluppo di un mercato libero dell'energia;
- Promuovere l'innovazione tecnologica con l'introduzione di Tecnologie più pulite (Clean Technologies - Best Available), nelle industrie ad elevata intensità energetica e supportandone la diffusione nelle PM I;
- Assicurare la valorizzazione delle risorse regionali degli idrocarburi, favorendone la ricerca, la produzione e l'utilizzo con modalità compatibili con l'ambiente, in armonia con gli obiettivi di politica energetica nazionale contenuti nella L. 23.08.2004, n. 239 e garantendo adeguati ritorni economici per il territorio siciliano;
- Favorire la ristrutturazione delle Centrali termoelettriche di base, tenendo presenti i programmi coordinati a livello nazionale, in modo che rispettino i limiti di impatto ambientale compatibili con le normative conseguenti al Protocollo di Kyoto ed emanate

dalla UE e recepite dall'Italia (ob. 2, 3); 10. Favorire una implementazione delle infrastrutture energetiche, con particolare riguardo alle grandi reti di trasporto elettrico;

- Sostenere il completamento delle opere per la metanizzazione per i grandi centri urbani, le aree industriali ed i comparti serricoli di rilievo;
- Creare, in accordo con le strategie dell'U.E, le condizioni per un prossimo sviluppo dell'uso dell'idrogeno e delle sue applicazioni nelle Celle a Combustibile, oggi in corso di ricerca e sviluppo, per la loro diffusione, anche mediante la realizzazione di sistemi ibridi rinnovabili/idrogeno;
- Realizzare forti interventi nel settore dei trasporti (biocombustibili, metano negli autobus pubblici, riduzione del traffico autoveicolare nelle città, potenziamento del trasporto merci su rotaia e mediante cabotaggio).

Gli obiettivi di Piano sono supportate da azioni proprie della pianificazione energetica locale. Gli interventi previsti dal "Piano d'Azione" puntano ad assicurare la disponibilità di fonti energetiche con tecnologie adeguate che possano alimentare uno sviluppo sostenibile sia economico che sociale dell'Isola. In questo ambito si inserisce il Protocollo di intesa tra la Regione Siciliana e Terna volto a superare le molteplici criticità nel sistema elettrico regionale .



**FIG. 1 - CRITICITÀ INFRASTRUTTURE ENERGETICHE REGIONALI**

La Sicilia, infatti, attualmente dispone di un sistema di trasmissione primario costituito essenzialmente da un anello a 220 kV con ridotte potenzialità in termini di capacità di trasporto rispetto al carico previsto nella parte occidentale del territorio regionale. Di conseguenza è necessario sviluppare una rete a 380 kV che possa servire l'intera Isola, superando gli attuali vincoli di trasmissione dell'energia e garantire una maggiore sicurezza dell'alimentazione dell'energia elettrica.

Queste razionalizzazioni si articolano attraverso il completamento di un insieme di opere, tra le quali:

- Elettrodotto 380 kV Paternò – Priolo;
- Elettrodotto 380 kV Chiaramonte Gulfi – Ciminna.
- Stazione elettrica 380/150 kV Sorgente 2 e Riassetto della Rete di Trasmissione nazionale nella Provincia di Messina;
- Elettrodotto 380 kV Sorgente 2 - Assoro;
- Elettrodotto 220 kV Partinico – Fulgatore.

L'impianto in progetto, come da STMG Codice Pratica: 202001607, si collegherà alla RTN attraverso quest'ultimo elettrodotto.

## 2.1. Procedure autorizzative

Ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003:

1. Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.
2. Restano ferme le procedure di competenza del Ministero dell'interno vigenti per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi<sup>2</sup>.
3. La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico, che costituisce, ove occorra, variante allo strumento urbanistico. A tal fine la Conferenza dei servizi è convocata dalla regione entro trenta giorni dal ricevimento della domanda di autorizzazione. Resta fermo il pagamento del diritto annuale di cui all'articolo 63, commi 3 e 4, del testo unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative, di cui al decreto legislativo 26 ottobre 1995, n. 504, e successive modificazioni. Per gli impianti offshore l'autorizzazione è rilasciata dal Ministero dei trasporti, sentiti il Ministero dello sviluppo economico e il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, con le modalità di cui al comma 4 e previa concessione d'uso del demanio marittimo da parte della competente autorità marittima.
4. L'autorizzazione di cui al comma 3 è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni e integrazioni. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere, l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto o, per gli impianti idroelettrici, l'obbligo alla esecuzione di misure di reinserimento e recupero ambientale. Il termine massimo per la conclusione del procedimento di cui al presente comma non può comunque essere superiore a centottanta giorni.

---

<sup>2</sup> Il presente progetto,, non prevedendo l'installazione di macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili superiori a 1 mc, non rientra tra le fattispecie di cui all'elenco delle attività soggette ai controlli dei vigili del fuoco ai sensi del **d.p.r.** 151/2011

### 3. OBIETTIVI

Con la realizzazione dell'impianto, denominato “centrale FV PORTELLI”, si intende conseguire un significativo risparmio del consumo di risorse naturali per la produzione di energia, mediante il ricorso alla fonte rinnovabile rappresentata dal sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

1. la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
2. nessun inquinamento acustico;
3. un risparmio di combustibile fossile;
4. una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015 e dalla conferenza del clima di Glasgow del 2021.

L'energia elettrica prodotta potrà essere immessa in rete per essere ceduta sul mercato libero o per essere ritirata dal GSE (ritiro dedicato), come specificato dall' art. 13 comma 3 del decreto legislativo 29/12/2003 n. 387, e dalla deliberazione AEEG n. 280/07.

Il sistema ha un funzionamento completamente automatico e non richiede ausilio di personale in sito per il regolare esercizio. Durante le prime ore della giornata, quando è raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema elettronico di conversione inizierà automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico, modificando tramite un dispositivo MPPT la tensione (corrente) lato continua per estrarre la massima potenza del campo.

#### 3.1. Ricadute ambientali

Considerando che per l'impianto in progetto si stima una produzione di energia per il primo anno pari 32 026 239.54 kWh, e tenuto conto della perdita di efficienza annuale dello 0.9%, stimando una vita media di 30 anni si può ottenere una produzione complessiva di energia pari a 845.229.358,29 kWh, con significative riduzioni di consumo di combustibili fossili e di emissioni in atmosfera

#### 3.2. Risparmio combustibile fossile

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

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	5 988.91
TEP risparmiate in 30 anni	158 075.89

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

### 3.3. Emissioni evitate in atmosfera

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

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	15 180 437.54	11 945.79	13 675.20	448.37
Emissioni evitate in 30 anni [kg]	400 684 350.66	315 306.46	360 954.05	11 834.56

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### 4. Ricadute economiche ed occupazionali

Per la valutazione delle ricadute economiche-occupazionali il modello di analisi basato sulle matrici delle interdipendenze settoriali (analisi input-output) utilizza tra gli indicatori:

- la creazione di valore aggiunto, cioè la differenza tra il valore della produzione di beni e servizi e il valore dei beni e servizi intermedi dalle stesse consumati che consente di apprezzare la crescita del sistema economico in termini di nuovi beni e servizi messi a disposizione della comunità per impieghi finali.
- Ricadute occupazionali dirette, cioè il numero delle unità lavorative direttamente impegnate per la realizzazione dell'iniziativa in tutte le fasi, dalla progettazione alla costruzione, alla manutenzione, etc.
- Ricadute occupazionali indirette, cioè il numero di unità lavorative indirettamente coinvolte nella filiera produttiva, sia a valle che a monte
- Occupazione permanente, cioè unità lavorative impegnate per l'intero ciclo vita dell'impianto
- Occupazione temporanea, cioè le unità lavorative impegnate nella fase di costruzione ed installazione dell'impianto

Le unità lavorative sono misurate in ULA, cioè la quantità di lavoro prestato da un occupato a tempo pieno in un anno. Il GSE pubblica annualmente i risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche per l'anno precedente e la loro stima preliminare per l'anno corrente; di seguito le tabelle riepilogate degli anni 2018 e 2019 e quelli attesi per l'anno 2020

**TABELLA 6** - Risultati economici e occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2017

Tecnologia	Investimenti (mln€)	Spese O&M (mln€)	Valore Aggiunto (mln€)	Occupati temporanei diretti + indiretti (ULA)	Occupati permanenti diretti + indiretti (ULA)
Fotovoltaico	580	327	504	3.572	4.943
Eolico	768	288	624	5.683	3.336
Idroelettrico	299	888	847	2.642	10.098
Biogas	113	493	451	991	5.374
Biomasse solide	72	582	226	661	3.147
Bioliquidi	1	464	111	10	1.556
Geotermoelettrico	-	54	41	0	606
<b>Totale</b>	<b>1.834</b>	<b>3.096</b>	<b>2.803</b>	<b>13.558</b>	<b>29.060</b>

**TABELLA 7 - Risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2018**

Tecnologia	Investimenti (mln€)	Spese O&M (mln€)	Valore Aggiunto (mln€)	Occupati temporanei diretti + indiretti (ULA)	Occupati permanenti diretti + indiretti (ULA)
Fotovoltaico	582	368	551	3.749	5.780
Eolico	859	313	651	5.937	3.625
Idroelettrico	84	1.048	831	749	11.835
Biogas	50	527	436	446	5.834
Biomasse solide	293	586	439	2.616	3.719
Bioliquidi	-	511	115	3	1.622
Geotermoelettrico	-	59	44	-	607
<b>Totale</b>	<b>1.868</b>	<b>3.412</b>	<b>3.067</b>	<b>13.501</b>	<b>33.022</b>

**Tabella 7 - Risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2019**

TECNOLOGIA	INVESTIMENTI [mln€]	SPESE O&M [mln€]	VALORE AGGIUNTO [mln€]	OCCUPATI TEMPORANEI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]	OCCUPATI PERMANENTI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]
Fotovoltaico	835	379	670	5.392	5.952
Eolico	598	326	536	4.139	3.775
Idroelettrico	117	1.051	855	1.051	11.893
Biogas	102	536	477	967	5.937
Biomasse solide	12	603	272	115	3.756
Bioliquidi	0	557	115	4	1.626
Geotermoelettrico	-	59	44	-	600
<b>Totale</b>	<b>1.665</b>	<b>3.511</b>	<b>2.968</b>	<b>11.667</b>	<b>33.538</b>

**Tabella 8 - Stime preliminari dei risultati economici ed occupazionali dello sviluppo delle rinnovabili elettriche nel 2020**

TECNOLOGIA	INVESTIMENTI [mln€]	SPESE O&M [mln€]	VALORE AGGIUNTO [mln€]	OCCUPATI TEMPORANEI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]	OCCUPATI PERMANENTI DIRETTI + INDIRETTI [ULA]
Fotovoltaico	807	393	668	5.187	6.160
Eolico	123	328	308	853	3.807
Idroelettrico	176	1.055	893	1.610	11.939
Biogas	1	538	416	7	5.953
Biomasse solide	8	604	270	73	3.764
Bioliquidi	2	557	115	16	1.626
Geotermoelettrico	-	59	44	-	600
<b>Totale</b>	<b>1.117</b>	<b>3.534</b>	<b>2.713</b>	<b>7.746</b>	<b>33.850</b>

Da cui i seguenti valori medi e per Mln di investimento:

Anno	Investimenti	Val <sub>aggiunto</sub>	ULA <sub>temp</sub>	ULA <sub>perm</sub>
2017	580	504,00	3572,00	4943,00
2018	582	551,00	3749,00	5780,00
2019	835	670,00	5392,00	5952,00
2020	807	668,00	5187,00	6160,00
<b>Media</b>	<b>701</b>	<b>598,25</b>	<b>4475</b>	<b>5709</b>
<b>Valori / Mln</b>	<b>1</b>	<b>0,85</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

Considerando quindi un investimento, per la realizzazione dell'impianto in progetto, pari a 15 mln€, si possono stimare i seguenti risultati economici ed occupazionali:

- Valore Aggiunto: 12,75 mln€
- Occupati temporanei diretti + indiretti: 90 ULA
- Occupati permanenti diretti + indiretti: 120 ULA

Se si rapportano i valori relativi agli occupati agli ettari della estensione dell'impianto (circa 40 ettari) si ha

- Occupati temporanei diretti + indiretti: 2,25 ULA/ettaro
- Occupati permanenti diretti + indiretti: 3 ULA/ettaro

Nel campo agricolo, considerando la prevalente destinazione colturale attuale dei fondi<sup>3</sup> (seminativo), il fabbisogno di lavoro per ettaro, in sito, è di 4<sup>4</sup> giorni l'anno, valore nettamente inferiore a quello direttamente confrontabile degli occupati temporanei che si riferiscono prevalentemente agli addetti alla costruzione, pari a 2,25 ULA/ettaro, ai quali vanno aggiunti gli occupati permanenti diretti, sia quelli connessi alla conduzione/manutenzione dell'impianto tecnologico, sia quelli occupati nelle colture che permangono all'interno dello stesso parco.

<sup>3</sup>Valore di cui alla tavola 2 del Decreto n. 568 del 28 maggio 2004 (G.U.R.S. n. 26 del 18.06.2004)

<sup>4</sup> Valore che sale a 50gg/anno\*ettaro per gli oliveti e 87 gg/anno\*ettaro per i vigneti a tendone irriguo uva da tavola, colture tra le più diffuse nel comprensorio

**5. SITO DI INSTALLAZIONE**

Il sito di installazione dell’impianto fotovoltaico è un terreno nelle disponibilità della società Portelli s.r.l. nelle contrade Ballottella e Portelli nel comune di **Misiliscemi (TP)**, in una porzione di territorio che è già stato del Comune di Trapani, frazioni Rilievo, ricadente in una zona extraurbana, a destinazione agricola senza ostacoli rilevanti, scelto in modo tale da non avere fenomeni di ombreggiamento sui moduli che si andranno ad installare.

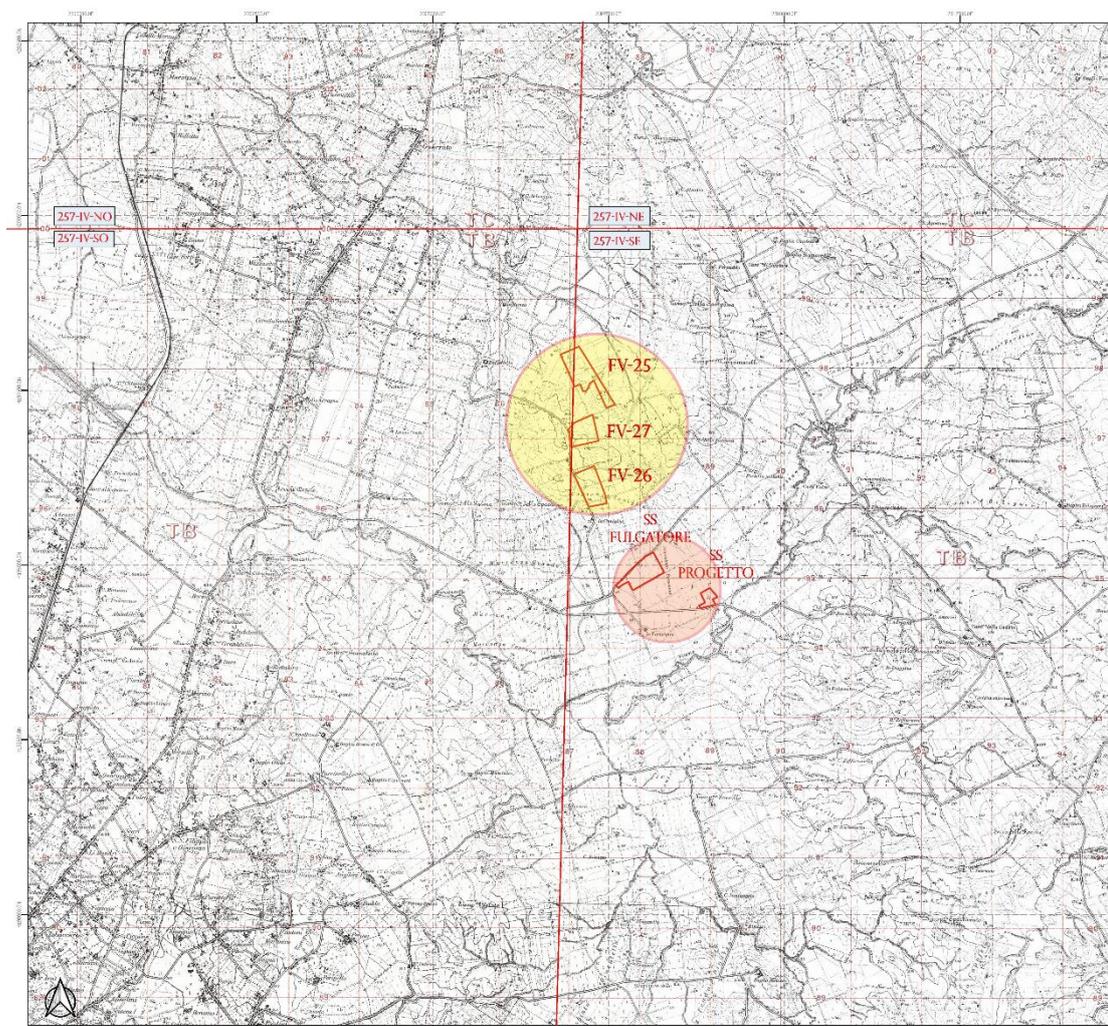
Essa si trova ad una distanza media di circa 15 Km a Nord-Est dal centro abitato Marsala , 8 km in direzione Sud-Sud-Est rispetto al nucleo urbano di Paceco, a 13 km in direzione Sud-Sud-Est rispetto al centro abitato di Trapani e a 23 km in direzione Nord-Ovest rispetto al centro abitato del comune di Salemi.

I dati geografici di riferimento dell’impianto, sono:

- Latitudine = 37°54'5.57"
- Longitudine = 12°34'45.04"E
- Altitudine media = 90 m s.l.m.

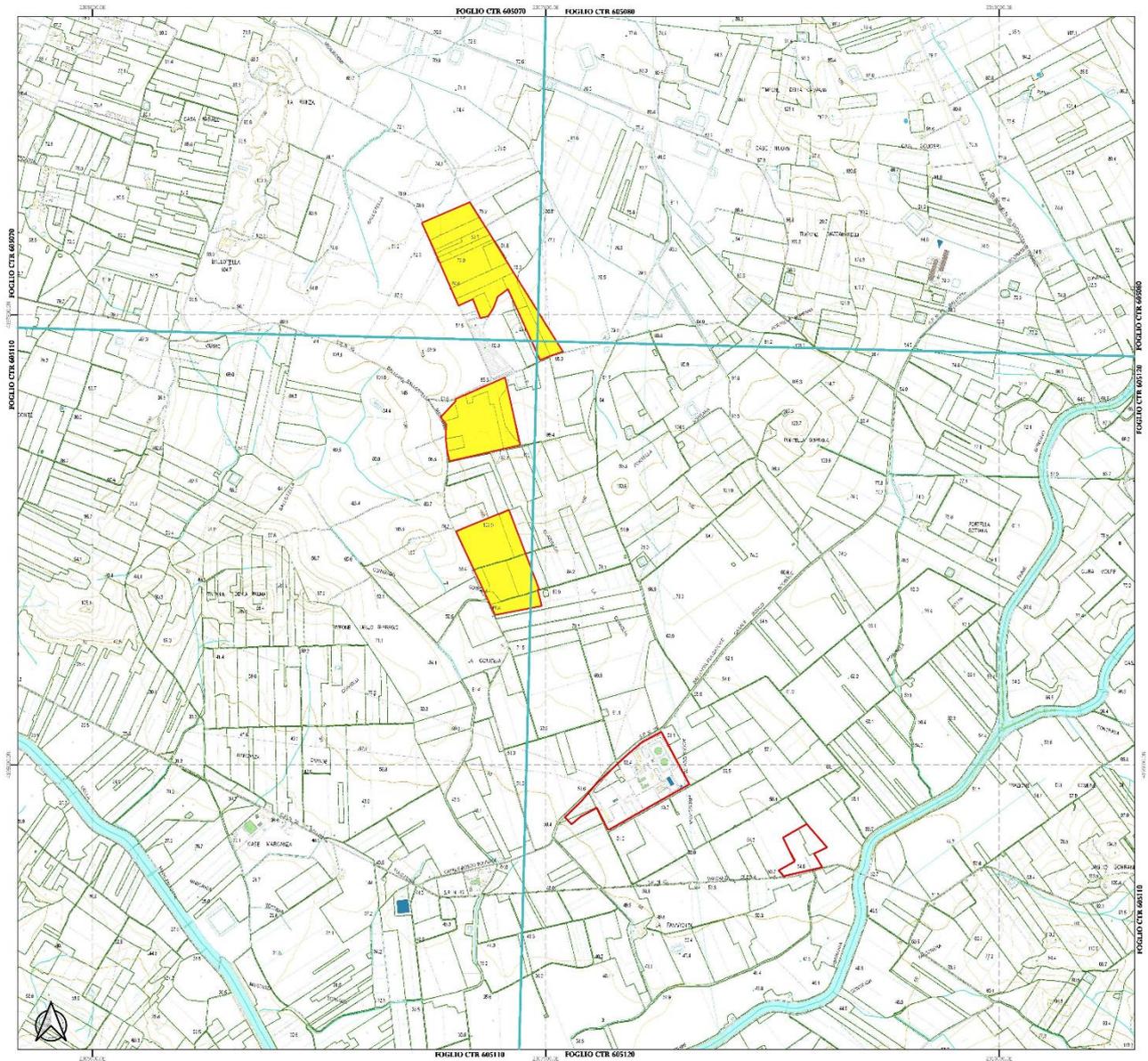
Dal punto di vista cartografico l’area si localizza all’interno delle seguenti cartografie:

- I.G.M. n° 257 IV SE alla scala 1:25000 denominata “Borgo Fazio”



**FIG. 2 - STRALCIO IGM 1:25.000**

- Carta Tecnica Regionale CTR, della Sicilia in scala 1:10.000; si estende in un'area a cavallo tra le sezioni
  - n° 605070 - “Marausa”;
  - n° 605080 – “Baglio Borromia”;



**FIG. 3 - STRALCIO CTR 1:10.000**



**FIG. 4 - STRALCIO ORTOFOTO**

- Catastralmente l'impianto è inserito nei fogli di mappa 79 e 95 del Comune di Misiliscemi per una superficie nominale complessiva pari a circa Ha 46, come di seguito riepilogato

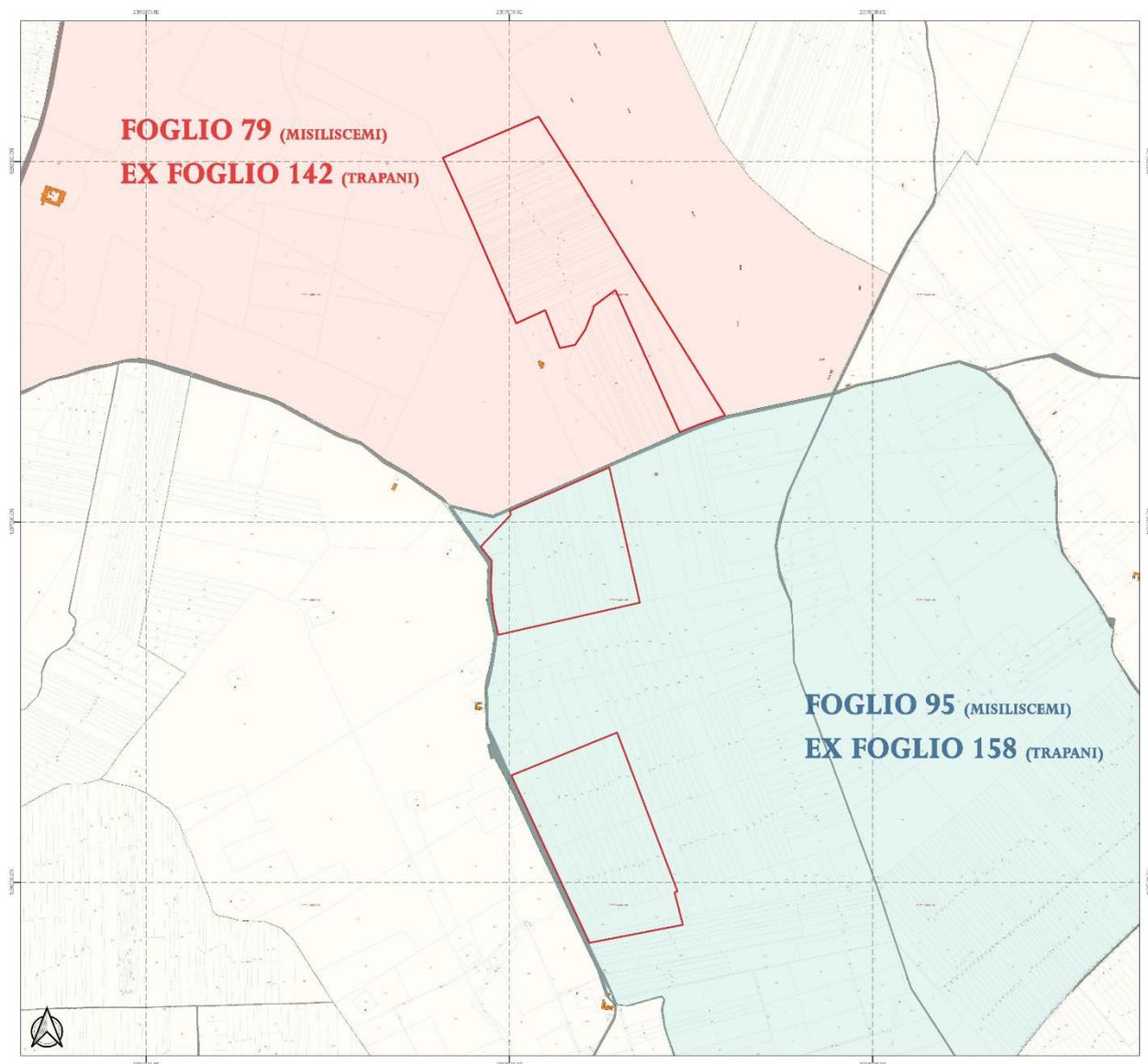


FIG. 5 - STRALCIO QUADRO CATASTALE

N.	Porzione	Foglio	P.Ila	Area [m <sup>2</sup> ]	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]
1	25	79	35	15 961,00	
				839,00	
2		79	40	1 050,00	
3		79	41	2 110,00	
4		79	42	6 330,00	
5		79	42	2 090,00	
6		79	44	2 100,00	
7		79	45	4 190,00	

N.	Porzione	Foglio	P.IIa	Area [m <sup>2</sup> ]	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]
8		79	46	2 120,00	
9		79	47	627,00	
				1 530,00	
10		79	48	4 200,00	
11		79	49	4 210,00	
12		79	50	2 000,00	
				4 260,00	
13		79	51	5 240,00	
14		79	52	5 240,00	
15		79	53	5 280,00	
16		79	54	10 490,00	
17		79	55	4 200,00	
18		79	56	4 210,00	
19		79	57	9 625,00	
				865,00	
20		79	58	8 800,00	
21		79	59	3 350,00	
22		79	61	20 520,00	
20		79	63	2 090,00	
21		79	64	4 210,00	
22		79	65	890,00	
23		79	66	6 310,00	
24		79	67	3 060,00	
20		79	68	8 440,00	
21		79	69	10 530,00	
22		79	78	3 170,00	
23		79	85	8 650,00	
24		79	86	3 130,00	
23		79	88	3 370,00	
24		79	89	5 400,00	<b>190 687,00</b>
1	27	95	1	6 300,00	
2		95	168	4 758,00	
				1 582,00	
3		95	169	8 610,00	
4		95	171	22 422,00	
				1 198,00	
5		95	172	8 800,00	
				2 990,00	
6		95	173	6 110,00	
				330,00	
7		95	174	21 960,00	
8		95	291	6 000,00	

N.	Porzione	Foglio	P.Ila	Area [m <sup>2</sup> ]	Superficie totale [m <sup>2</sup> ]
9		95	292	7 260,00	
10		95	328	8 670,00	
11		95	335	7 260,00	
12		95	337	4 380,00	<b>118 630,00</b>
1	26	95	228	7 060,00	
2		95	229	4 580,00	
3		95	230	4 090,00	
4		95	232	3 720,00	
5		95	233	3 720,00	
6		95	234	400,00	
				4 020,00	
7		95	235	4 830,00	
8		95	236	3 590,00	
9		95	237	3 590,00	
10		95	238	4 860,00	
11		95	239	2 040,00	
12		95	240	3 760,00	
13		95	241	6 190,00	
14		95	242	5 140,00	
15		95	280	7 770,00	
16		95	301	4 410,00	
17		95	302	4 450,00	
18		95	303	5 150,00	
19		95	304	5 460,00	
20		95	305	4 720,00	
21		95	306	4 720,00	
22		95	307	5 110,00	
20		95	308	2 150,00	
21		95	309	3 960,00	
22		95	310	6 490,00	
23		95	311	4 600,00	
				640,00	
24		95	374	8 890,00	
25		95	834	6 270,00	
26		95	835	6 270,00	
27		95	836	5 615,00	
28		95	837	5 615,00	<b>153 880,00</b>
<b>TOTALE</b>					<b>463 197,00</b>

Il cavidotto MT interessa anche I fogli 98 e 102

### 5.1. Accessibilità

Il sito è prospiciente la S.P. 48, la via Portelli” e la strada D’Altavilla Adragna.

La Strada S.P. 48 Ballotta - Ballottella - Marcanza: si estende Strada statale 115 Sud Occidentale Sicula, a 5 km in direzione ovest, alla SP35, a circa 1,5 km in direzione sud.

La Strada Statale 115 che a sua volta si collega a circa 5 km in direzione nord alla E933-A29.

La S.P. 35 Ballotta - Fulgatore – Casale si collega alla Strada statale S 115, a circa 5,5 km ovest, e alla E933-A29, a circa 12 km in direzione est in località Fulgatore

Attraverso queste strade il sito è ben collegato al sistema infrastrutturale regionale, tra cui gli aeroporti di Palermo e Trapani, nonché il porto di Trapani.

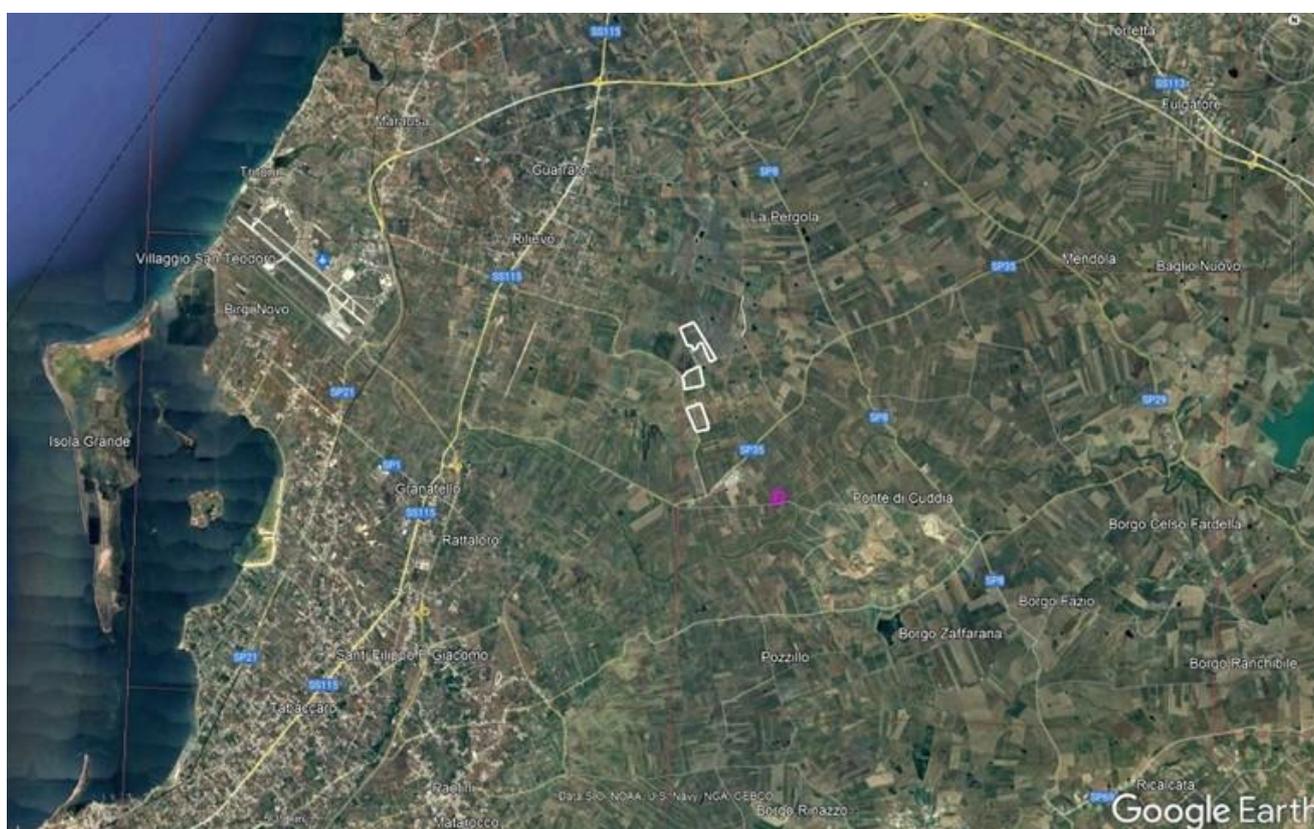


Fig. 6 - Ortofoto e localizzazione dell'area impianto nel Comune di misiliscemi

### 5.2. Inquadramento urbanistico

In forza della Convenzione e Regolamento per la gestione in forma associate del servizio di “Sportello Unico per le attività produttive”, “Sportello Unico per l’Edilizia” e delle funzioni di pianificazione urbanistica fra Comune di Trapani e Misiliscemi, di cui alla Delibera n. 8 del 7/06/2021 del Commissario Straordinario del Comune di Misiliscemi il territorio del Comune di Misiliscemi continua ad essere governato dal Piano Regolatore Generale del Comune di Trapani.

L'impianto in progetto ricade all'interno della zona omogenea E.3 del PRG di Trapani denominata "Zona agricola di rispetto e mascheramento degli impianti tecnologici", per la quale l'art. 50 delle Norme di Attuazione prescrivono:

- le fasce di alberi di alto fusto debbono essere impiantate a filari alternati per uno spessore complessivo pari a quello rappresentato nelle tavole di progetto e minimo di 20,00 metri;
- devono essere disposte tutte le opere di drenaggio e sistemazione dell'area di sedime al fine di evitare fenomeni di inquinamento nel suolo e nella falda idrica;
- nelle Zone "A", "B", "C", "D" ed "F" la fascia di rispetto è limitata a quella rappresentata nelle tavole del P.R.G..
- L'attuazione segue le modalità dei relativi impianti tecnologici e la relativa area appartiene all'area dell'impianto tecnologico cui si riferisce.



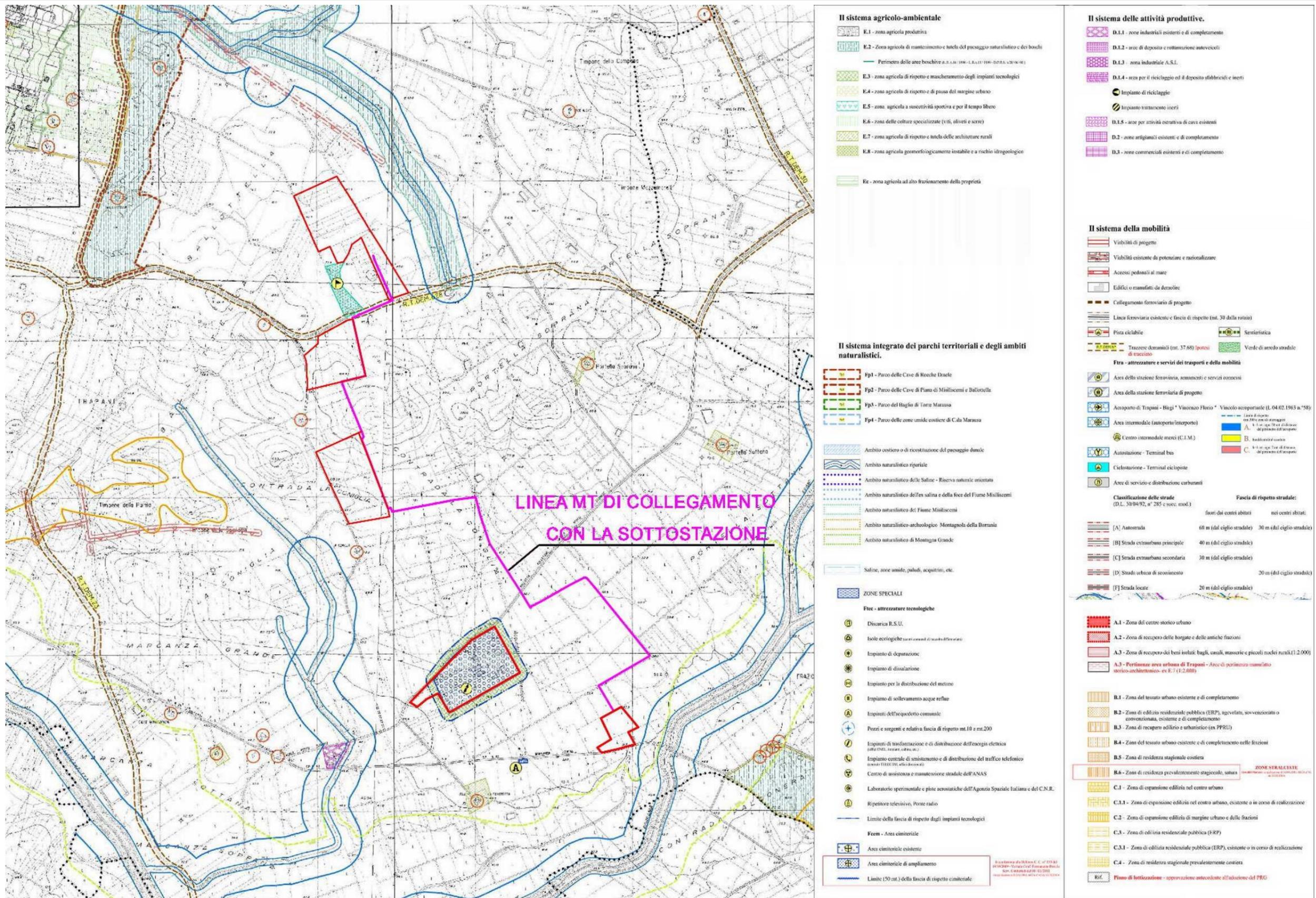


Fig. 8 - STRALCIO P.R.G. VIGENTE

### 5.3. Inquadramento paesaggistico e ambientale

L'ambito territoriale di riferimento è caratterizzato da una morfologia collinare alle quota media di +90 metri circa s.l.m.. Dal punto di vista meteo climatico, il sito ricade in un'area il cui clima è stato classificato come temperato-umido con estate asciutta, cioè il tipico clima mediterraneo, caratterizzato da una temperatura media del mese più caldo superiore ai 22°C e da un regime delle precipitazioni contraddistinto da una concentrazione delle precipitazioni nel periodo freddo (autunno - inverno)

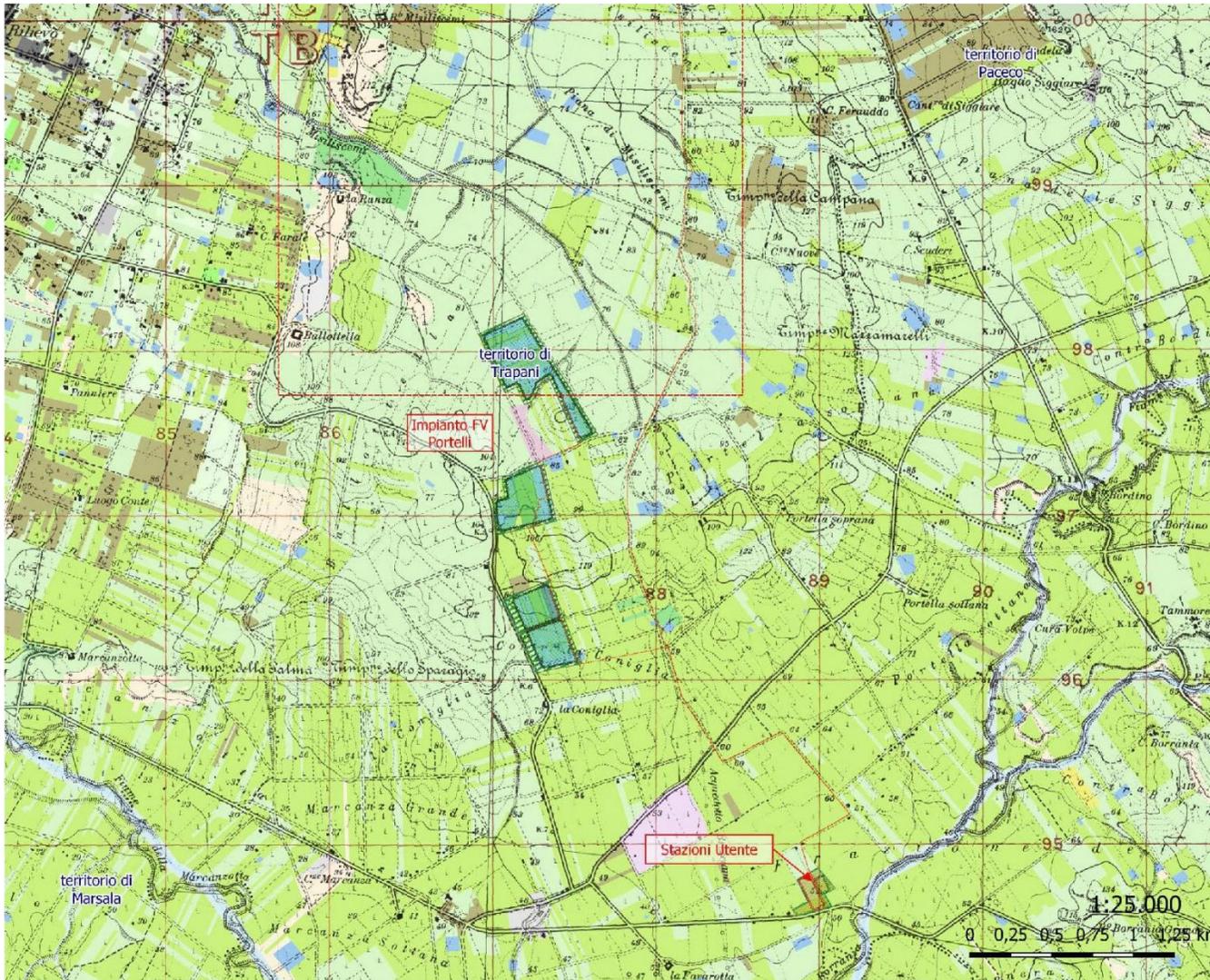
Il paesaggio di tutto l'ambito è fortemente antropizzato. I caratteri naturali in senso stretto sono rarefatti. La vegetazione è costituita per lo più da formazioni di macchia sui substrati meno favorevoli all'agricoltura, confinate sui rilievi calcarei.

La componente agricola è caratterizzata da sequenze di uliveti, vigneti, seminativi ed ortaggi.

Gli ulivi che insistono all'interno dell'area dell'impianto verranno identificati singolarmente e numerati. A seguito di tale operazione, una volta individuate a titolo definitivo le zone nella fascia perimetrale per il ricollocamento, si provvederà nel periodo vegetativo alle operazioni di espanto e reimpianto in loco.

La monocoltura della vite incentivata anche dalla estensione delle zone irrigue tende ad uniformare questo paesaggio.

I terreni censiti in catasto come vigneti, con continuità colturale attuale, seppure integrati nel perimetro dell'impianto sono esclusi dalla installazione di apparati tecnologici.



Carta dell'Uso del Suolo (2018)

Impianto

Stazione Utente in progetto

Stazioni Elettriche (fascia arborea)

Analisi dell'uso del suolo agricolo

Carta dell'Uso del Suolo (2018)

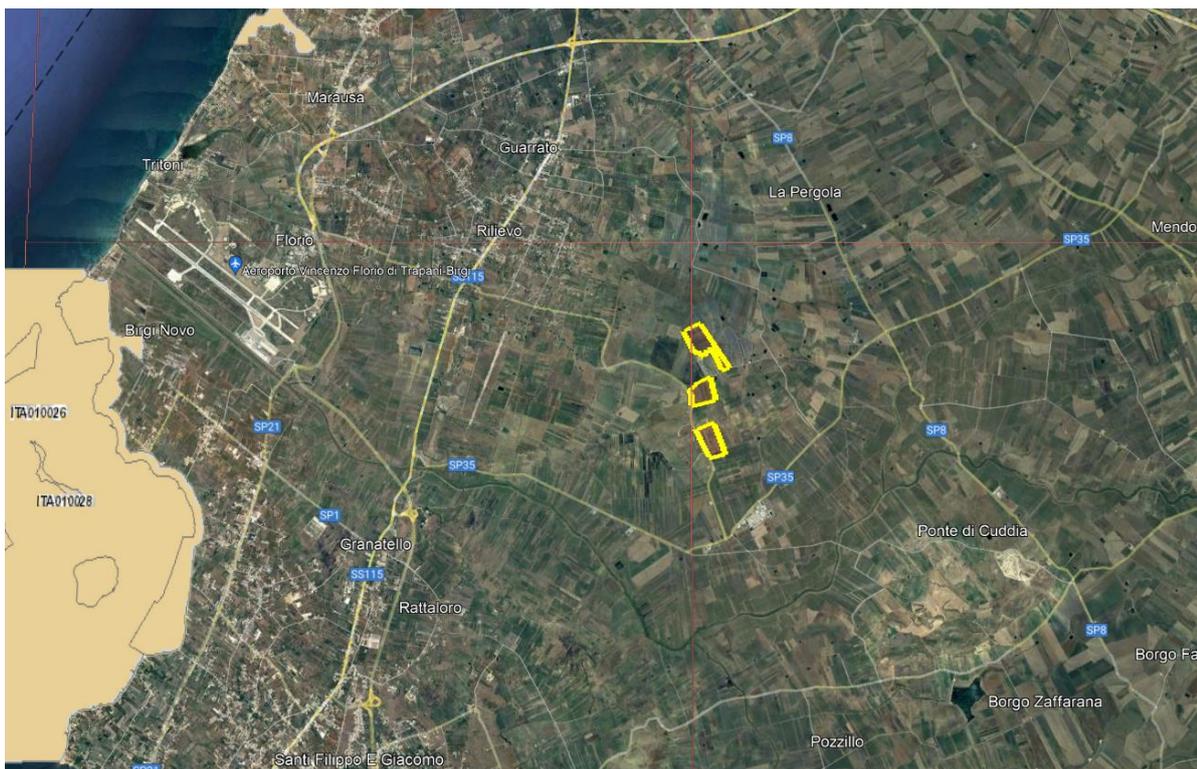
- 1112 Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
- 1122 Borghi e fabbricati rurali
- 121 Insiediamenti industriali, artigianali, commerciali e spazi annessi
- 132 Aree ruderali e discariche
- 133 Cantieri
- 142 Aree ricreative e sportive
- 21121 Seminativi semplici e colture erbacee estensive
- 21211 Colture ortive in pieno campo
- 221 Vigneti
- 2211 Vigneti consociati (con oliveti, ecc.)
- 222 Frutteti
- 223 Oliveti
- 2242 Piantagioni a latifoglie, impianti di arboricoltura (noce e/o rimboscimenti)
- 2243 Eucalipteti
- 2311 Incolti
- 242 Sistemi culturali e particellari complessi (mosaico di appezzamenti agricoli)
- 3125 Rimboscimenti a conifere
- 3211 Praterie aride calcaree
- 3231 Macchia termofila
- 4121 Vegetazione degli ambienti umidi fluviali e lacustri
- 5112 Torrenti e greti alluvionali
- 5122 Laghi artificiali

FIG. 9 – LAYOUT SU CARTA DELL'USO DEL SUOLO

L'area è delimitata da opere infrastrutturali quali:

- a nord dall'autostrada A 29 Alcamo - Trapani
- ad est dalla Strada Provinciale 8 che conduce alla città di Paceco
- a sud dalla S.P. 35
- ad ovest dalla SS 115 e dalla frazione di Rilievo del Comune di Misiliscemi.

L'area è esterna ai siti di Rete Natura 2000



**FIG. 10 - STRALCIO SITI RETE NATURA 2000**  
([HTTP://WWW.SITR.REGIONE.SICILIA.IT/GEOPORTALE/IT/HOME/GEOVIEWER](http://www.sitr.regione.sicilia.it/geoportale/it/home/geoviewer))

Essa inoltre non ricade in aree soggette a vincolo idrogeologico né in siti di attenzione, rischio o pericolosità individuati dalla carta del vincolo normato con il Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con il Regio Decreto n. 1126 del 16 Maggio 1926.

#### **5.4. Layout area di progetto**

L'impianto fotovoltaico si articola sui terreni agricoli sopra identificati, la cui estensione catastale totale è di 46,3 ettari; detta superficie sarà destinata a:

- impianto FV 25, 19,07 ettari di cui 7 ettari fascia verde perimetrale e vigneto
- impianto FV 26, 15,38 ettari di cui 6,8 ettari fascia verde perimetrale
- impianto FV 27, 11,86 ettari di cui 6,9 ettari fascia verde perimetrale, incluso area vigneto
- fascia verde perimetrale, 13,68 ettari

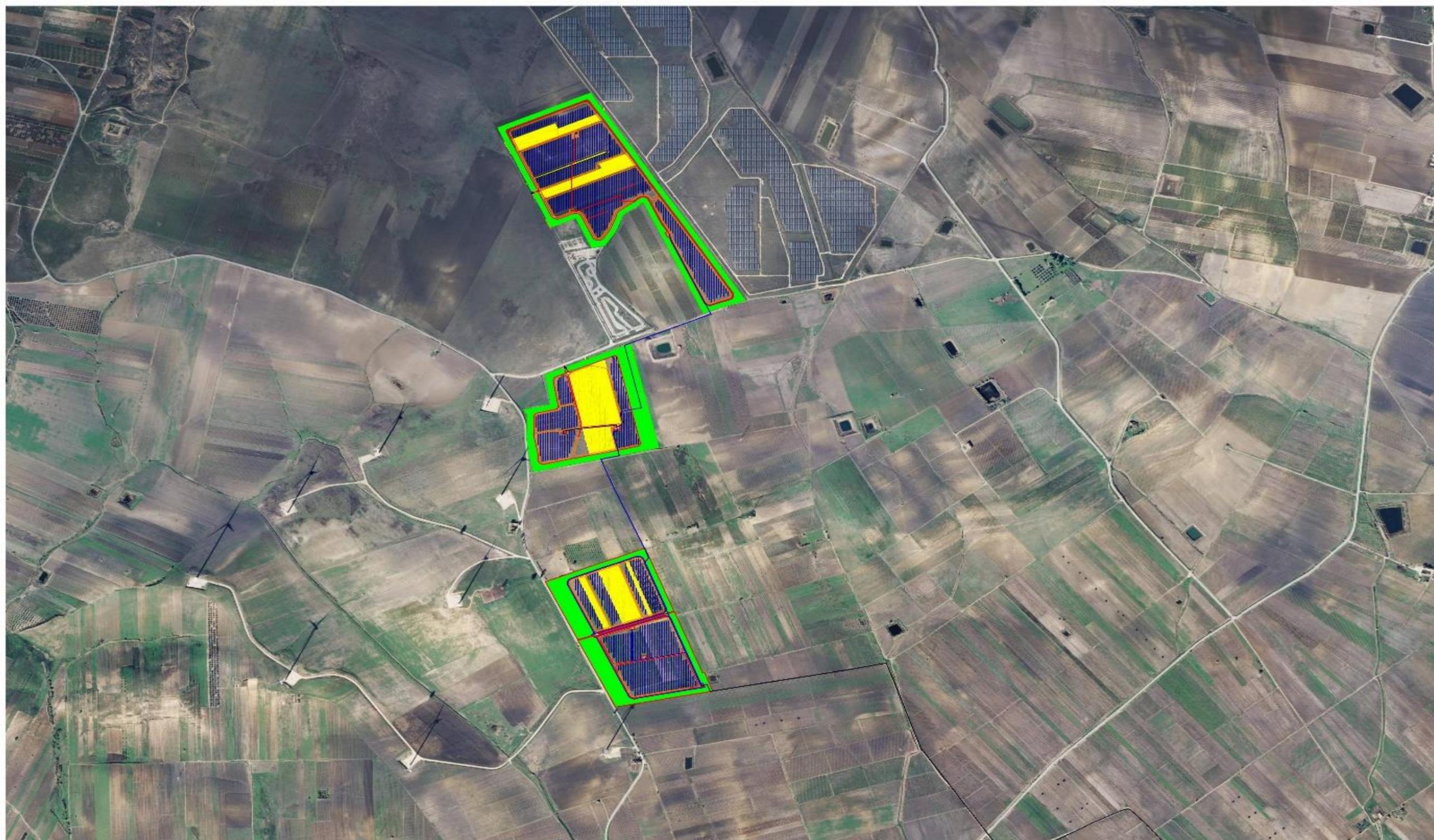


FIG. 11 LAYOUT IMPIANTO

## 6. Opere civili in progetto

Le opere civili del parco fotovoltaico nonché della infrastrutture necessarie al collegamento dello stesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);, possono essere così riepilogate:

- viabilità interna all'impianto (strade bianche);
- fondazioni degli inseguitori, delle cabine elettriche e Power Station
- cavidotti interrati BT e MT per il vettoriamento dell'energia prodotta e la distribuzione agli impianti di servizio (illuminazione, videosorveglianza, sistema antintrusione, etc)
- Box prefabbricati per cabine elettriche;
- Recinzione e fascia verde perimetrale
- Illuminazione e videosorveglianza

Per quanto riguarda i movimenti terra, considerato che:

- gli inseguitori adottati possono essere installati su terreni con pendenza massima del 16%
- che in sito si ha una pendenza media inferiore al 10%

I movimenti terra si limiteranno agli scavi e rinterri per la realizzazione dei cavidotti, allo scotico superficiale e la regolarizzazione della superficie dell'area. Il fosso di guardia perimetrale sarà realizzato con l'ausilio di una macchina scavafossi, che sparge lo strato superficiale del terreno agrario asportato nelle aree prossime allo stesso scavo.



FIG. 12 - MACCHINA SCAVAFOSSI DEL TIPO ROTATIVA BIRUOTE

Pe l'approfondimento di questo argomento si rimanda alla relazione FV252627-PD\_A\_0.9\_DOC\_Terre&Rocce-Scavo

### 6.1. Viabilità interna

Le strade bianche devono essere idonee al transito di mezzi meccanici sia agricoli che al servizio dell'impianto FV. Per garantire un accettabile grado di durabilità e resistenza si prevede la stesura di due strati di materiale sopra il fondo naturale preventivamente bonificato dall'accumulo di materiale instabile: uno strato di fondazione, costituito da materiale grossolano ed uno strato superficiale con funzione di manto di usura realizzato con misto granulare stabilizzato calcareo.

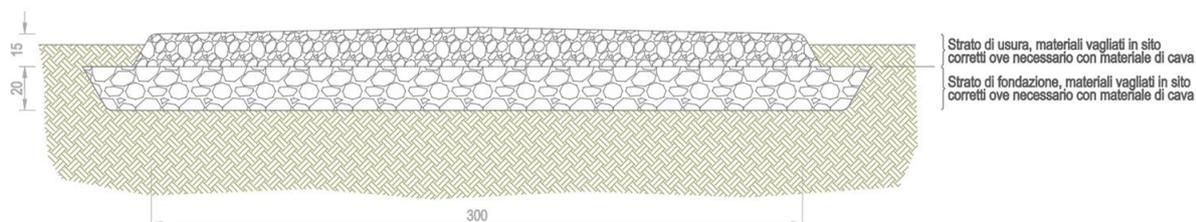


FIG. 13 - SEZIONE TIPO STRADA BIANCA INTERNA ALL'IMPIANTO

Lo strato di fondazione, altezza  $\geq 20$  cm, sarà costituito da pietrisco della pezzatura di circa 60-80 mm, per:

- conferire alla struttura stradale la resistenza necessaria per sopportare le sollecitazioni dei mezzi meccanici transitanti,
- costituire una barriera tra il fondo naturale ed il manto di usura, impedendo l'affioramento di frazioni instabili dai sottostanti strati di terreno e favorendo il drenaggio delle acque meteoriche percolate dalla superficie.

Il manto di usura, dello spessore medio  $\geq 15$  cm, sarà costituito da misto granulare stabilizzato costipato tramite rullatura, esso ha elevata capacità portante e buona stabilità nei confronti dell'azione meccanica degli eventi meteorici nonché dello scorrimento superficiale delle acque.

I materiali da impiegare proverranno dalla dismissione delle strade bianche già esistenti in sito (di cui si prevede lo spostamento del tracciato), nonché dalla vagliatura dei materiali degli scavi necessari per la realizzazione dei cavidotti. Ove necessario saranno corretti/integrati con idonei materiali di cava.

### 6.2. Sistemazione aree Cabine e Power Station

Sia le cabine elettriche che le Power Station saranno posate su un piano ad una quota  $\geq 50$  cm rispetto al piano di campagna. La formazione di sottofondo sarà realizzata mediante fornitura stesa e compattazione di materiale sano di cava rullato e ben costipato a strati non superiori a cm. 30.

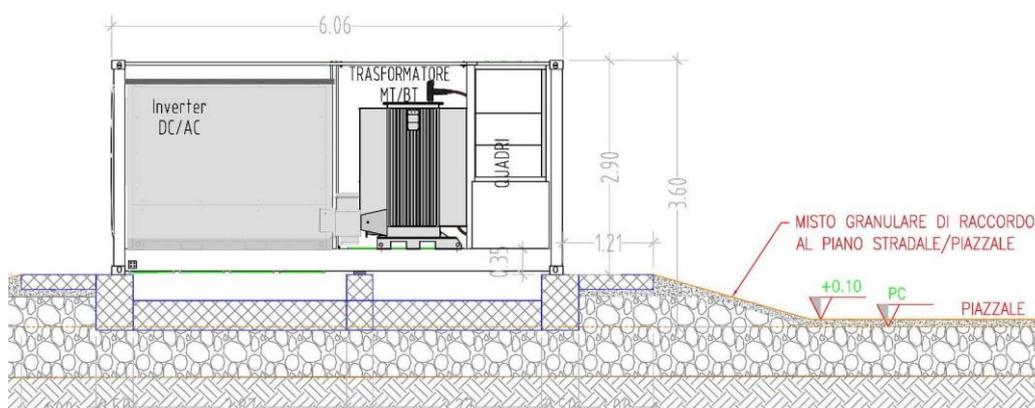


FIG. 14 - SEZIONE TIPO AREA POWER STATION

### 6.3. Fondazioni inseguitori

Il sistema di fondazioni consisterà in pali in acciaio zincato, costituiti da profilati di HEA 160 ed un numero variabile di pali Z, infissi mediante battitura<sup>5</sup>.

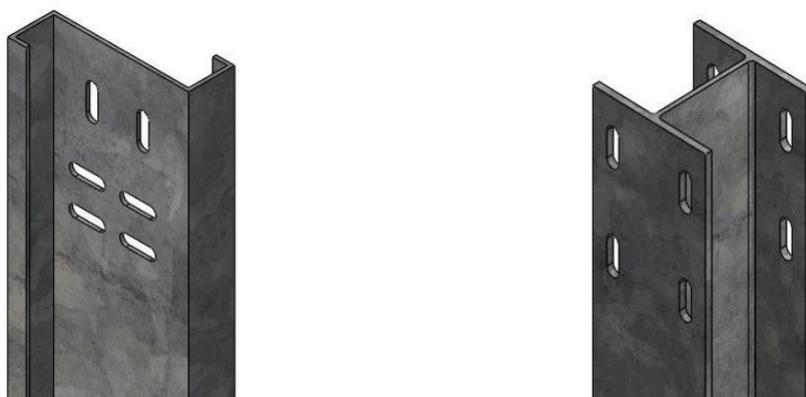


FIG. 15 - PALI TIPO FONDAZIONI INSEGUITORI MONOASSIALI

Tale soluzione presenta molteplici vantaggi, tra i quali:

- ha tempi di realizzazione rapidi;
- non prevede l'asportazione di materiali;
- non prevede l'uso di conglomerato cementizio;
- assolve una funzione di consolidamento del terreno;
- ha natura reversibile, essendo agevolmente removibile e integralmente riciclata.

	HEA	Z
Materiale	S275JR	S355JR
Spessore	HEA160	4 mm*
Lunghezza	2,4 metri**, 4 metri***	2,4 metri**, 4 metri***
Protezione	Zincatura a caldo HDG	Zincatura a caldo HDG
Numero per tracker	1	Da 4 a 12

Caratteristiche dei materiali da fondazione

\* Spessore standard dei pali in configurazione 1Xn portrait.

\* Lunghezza standard dei pali in configurazione 1Xn portrait.

\* Lunghezza standard dei pali in configurazione 2Xn portrait.

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili sulla base di accordi commerciali.

Il particolare profilo dei pali Z consente una efficace penetrazione in differenti tipologie di terreni ed un'ottima tenuta alle sollecitazioni dovute alla movimentazione della struttura e carichi da vento. Entrambe le tipologie di pali presentano delle asolature per il successivo fissaggio delle teste palo.

<sup>5</sup>In alternativa, in fase di progettazione esecutiva, se necessario potrebbe essere adottata una soluzione che consiste in fondazioni realizzate mediante infissione per rotazione di viti, opportunamente dimensionate, sempre in acciaio zincato. Tale soluzione ha gli stessi vantaggi dei pali battuti.

La presenza di asole consente una più accurata regolazione dell'allineamento della struttura e la compensazione di eventuali errori in fase di infissione. Prove di pull-out vengono eseguite prima della determinazione della lunghezza dei pali per lo specifico progetto.

#### 6.4. Cavidotto

Le linee elettriche destinate al trasporto dell'energia e del segnale, all'interno dell'impianto, saranno interrato e in parte passate in passerelle in ferro chiuse ancorate agli inseguitori;

All'esterno dell'impianto, la linea elettrica di connessione in MT, dalla cabina di consegna alla stazione elettrica di trasformazione sarà anch'essa del tipo interrato, posata in scavo a sezione a sezione obbligata salvo nei siti di interferenza ove sarà interrata con le metodologie della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) (vedi FV252627-PD\_A\_0.1b\_REL\_r00).

Saranno installati pozzetti:

- in prossimità delle power station e delle cabine elettriche;
- In prossimità di ogni stringa (aventi dimensioni 30x30x60)
- lungo il perimetro, in corrispondenza di ogni palo di illuminazione con annessa telecamera (questi sono integrati nel sistema di fondazione tipo ."Atlantech Lux"

Le linee di scavo per gli impianti in BT seguiranno:

- i basamenti di lampioni di illuminazione, parallelamente alla recinzione perimetrale;
- i pozzetti corrispondenti alle stringhe ed agli inverter, sino alla corrispondente cabina di trasformazione BT/MT

Tutti I cavidotti in bassa tensione saranno ubicati in aree non carrabili, salvo alcuni attraversamenti sotto la strada bianca di servizio.

I cavidotti per le linee in media tensione, saranno posate ad una profondità > 1m.

Tutte le linee verranno segnalate con opportuno nastro interrato.

La dimensione della sezione tipo degli scavi sarà di:

- 40 ÷ 70 x 50 cm (L x H) per le linee in BT
- 40 ÷ 60 x 90 ÷ 110 cm (L x H) per le linee di media tensione

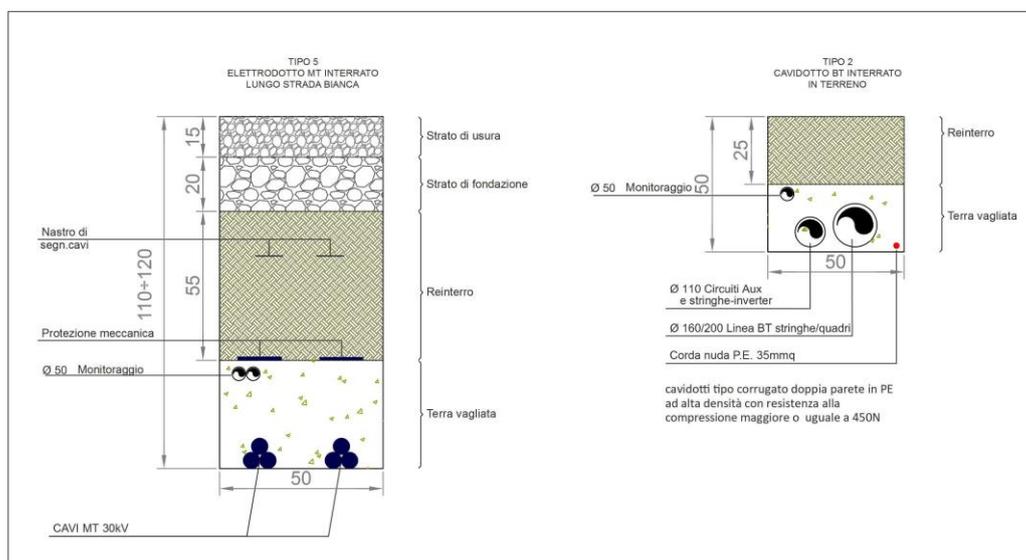


FIG. 16 - ESEMPIO SEZIONI CAVIDOTTI

### 6.5. Box prefabbricati per cabine elettriche

Nel campo fotovoltaico saranno installate 3 cabine del tipo prefabbricato, per l'alloggiamento dei servizi ausiliari:

Le cabine sono realizzate con struttura monoblocco con conglomerato cementizio armato, avente classe Rck 400 Kg/cm<sup>2</sup> additivato con superfluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire una adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

L'ossatura delle cabine è costituita da una doppia armatura metallica in rete elettrosaldata e ferro nervato, ad aderenza migliorata, entrambi in B450C (ex FeB44K) controllato a stabilimento.

Tale armatura, unita mediante saldatura, realizza una maglia equipotenziale di terra omogenea su tutta la struttura della cabina elettrica (gabbia di Faraday), che successivamente collegata all'impianto di terra protegge le apparecchiature interne da sovratensioni atmosferiche e limita a valori trascurabili gli effetti delle tensioni di passo e contatto.

Le cabine presentano una notevole resistenza agli agenti atmosferici, in quanto vengono trattate con speciali intonaci plastici ed impermeabilizzanti, che immunizzano la struttura dalla formazione di cavillature e infiltrazioni.

Le pareti interne, vengono finite con tinteggiatura al quarzo di colore bianco.

Le pareti esterne, tinteggiate con pittura al quarzo/gomma ad effetto bucciato, presentano un'ottima resistenza agli agenti atmosferici, anche in ambiente marino, montano, industriale o altamente inquinato. Le normali condizioni di funzionamento delle apparecchiature installate, sono garantite da un sistema di ventilazione naturale ottenuto con griglie di areazione.

A corredo delle cabine vengono installati adeguati infissi in vetroresina.

#### Vasca di fondazione

Le cabine saranno posate su fondazioni prefabbricate tipo vasca<sup>6</sup> avente altezza esterna di cm 70 (interna di cm 60) e dotata di fori di opportuno diametro, a frattura prestabilita, in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.



FIG. 17 FONDAZIONE TIPO BOX PREFABBRICATI

---

<sup>6</sup>. Nei casi di installazione di trasformatori del tipo ad olio è possibile suddividere la vasca di fondazione in modo da creare al proprio interno la zona passaggio cavi e la zona isolata impermeabile che può costituire la vasca di raccolta olio.

Tra il box ed il basamento deve essere previsto collegamento meccanico, prevedendo un sistema di accoppiamento tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso ed un sistema di sigillatura al contatto box-vasca, tale da garantire una perfetta tenuta all'acqua.

Sarà possibile accedere alla vasca attraverso una botola ricavata sul pavimento della Cabina.

Le caratteristiche costruttive e i materiali saranno essere identici a quelli impiegati per la costruzione della cabina monoblocco.

L'uso di tale tipologia di fondazione permette di procedere alla posa delle cabine senza ulteriori lavorazioni edili in sito, salvo l'esecuzione di uno scavo di adeguate dimensioni, il livellamento e la compattazione del fondo fino a raggiungere il 90% della densità AASHO modificata, correggendo il materiale in sito con materiale di cava se necessario.

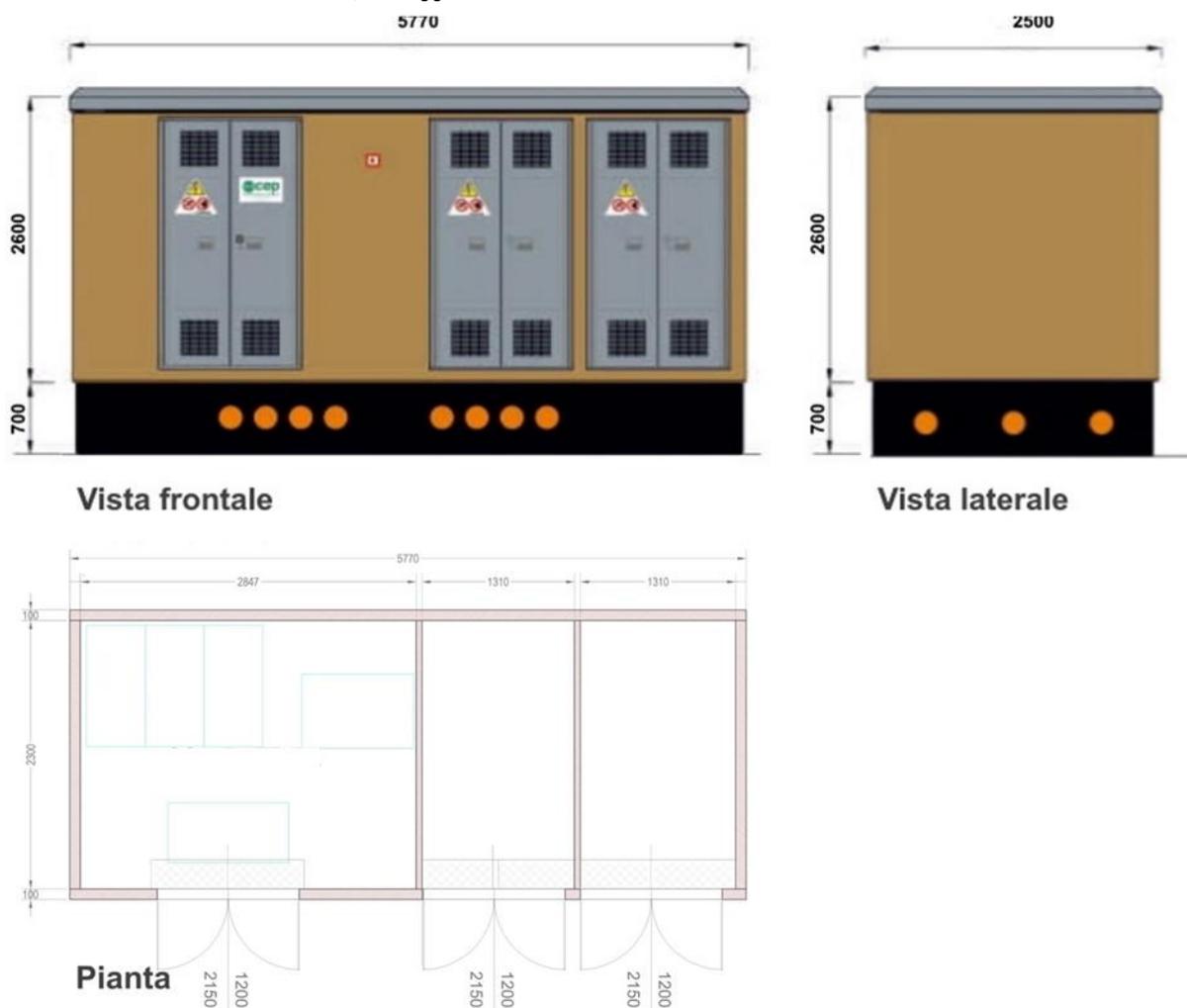


FIG. 18 - VISTE CABINA TIPO

### 6.6. Recinzione e fascia verde perimetrale

Così come previsto dalle normative in tema di sicurezza per impianti sotto tensione, l'area in cui sono posizionati i pannelli e le altre apparecchiature elettriche sarà delimitata da una recinzione perimetrale costituita da pali infissi nel terreno e rete del tipo pastorale con maglia 10x15cm. L'altezza totale sarà di cm 150 + tre fila di filo anti-intrusione.. Tale recinzione, inoltre, blocca l'accesso libero greggi o mandrie che possano danneggiare le sagome fotovoltaiche o semplicemente

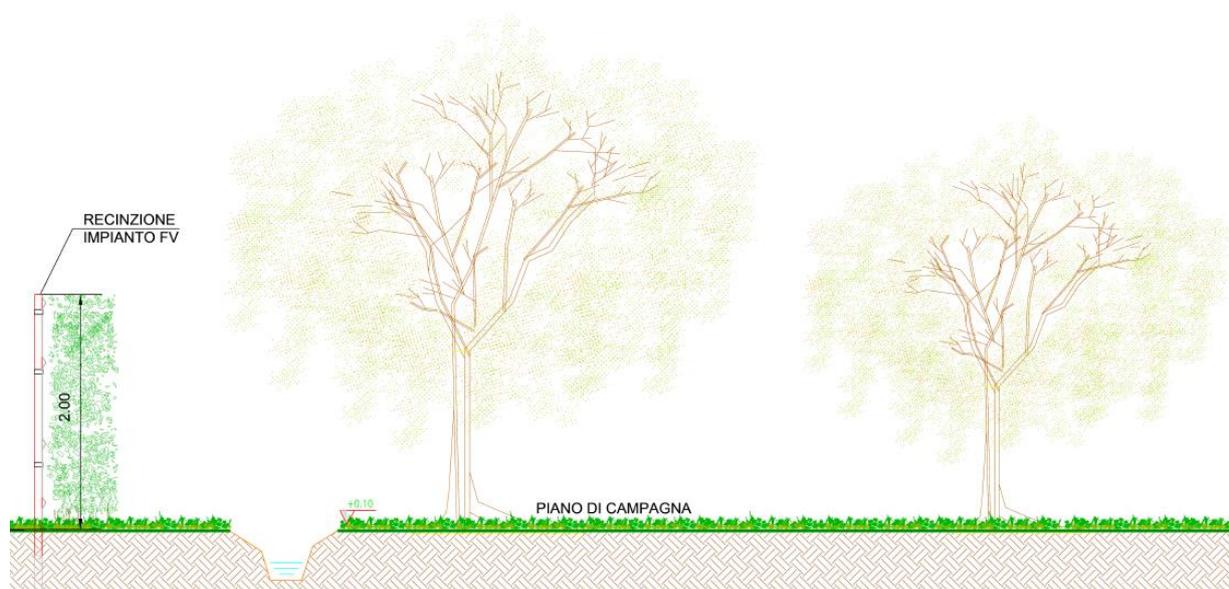
spostare le stringhe. L'intrusione di persone viene considerata solo come accidentale in quanto non risulta possibile intervenire quando si concretizzano fenomeni di vandalismo.

Lungo il perimetro sono previsti varchi nella rete, con un passo di circa 10m, per permettere lo spostamento di animali selvatici di varie taglie.

Perimetralmente sarà altresì realizzata una fascia verde di mitigazione, che assolve anche la funzione di corridoio ecologico. Essa avrà larghezza pari a 20m e sarà costituita da una fascia arborea ed arbustiva a doppio filare

In questa fascia saranno ricollocate le piante di ulivo che insistono in alcune aree ove verranno collocati i pannelli fotovoltaici, Sono alberi di "Olea europea" in ottimo stato di salute, di età compresa tra i 10 e i 25 anni, che hanno trovato un buon adattamento nel contesto in cui sono state posizionate. Esse verranno identificate singolarmente e numerate. A seguito di tale operazione, una volta individuate a titolo definitivo le zone per il ricollocamento, si provvederà nel periodo vegetativo alle operazioni di espanto e reimpianto in loco. Gli esemplari saranno estirpati e ricollocati nell'arco della stessa giornata, dopo aver provveduto ad effettuare la loro potatura per favorirne il futuro attecchimento nel nuovo suolo che le ospiterà.

L'apertura delle buche sarà proporzionata alla dimensione della zolla estirpata; la base della nuova conca che ospiterà la pianta sarà ammendata e concimata per velocizzare il ricaccio dell'apparato ipogeo. Ogni esemplare, infine, godrà di un apporto idrico artificiale per migliorarne la stabilità e l'affrancamento.



**FIG. 19 - FASCIA DI MITIGAZIONE TIPO**

Per quanto riguarda le distanze d'impianto saranno rispettati i seguenti vincoli, nonché assicurata sul filare la presenza di almeno due diverse essenze arboree:

- Distanza tra due soggetti arbustivi successivi sulla fila compresa tra 0,5 e 2 mt;
- Distanza tra due soggetti arborei a medio fusto, sulla fila, compresa tra 4 mt e 6 mt.
- Distanza tra due soggetti arborei ad alto fusto, sulla fila, compresa tra 6 mt e 12 mt.

Allo scopo di mitigazione dell'impatto visivo degli impianti saranno utilizzate specie della vegetazione potenziale ed altre di rapido accrescimento organizzati in siepi.

### 6.7. Impianto di videosorveglianza

L'impianto di videosorveglianza sarà montato su pali con altezza massima pari a 4,5 m.

La fondazione sarà costituita da un dispositivo a vite equipaggiato di un box in grado di ospitare diverse tipologie di e fungere da pozzetto. Questa soluzione tecnica permette l'eliminazione del calcestruzzo, l'abbattimento delle emissioni di anidride carbonica nel ciclo di produzione dei materiali ed in quello di installazione, la velocità delle operazioni di posa, la sicurezza, la riutilizzabilità del dispositivo e la sua totale riciclabilità.



FIG. 20 FONDAZIONE TIPO PALI PERIMETRALI

### 6.8. Impianto di illuminazione

Saranno dotate di impianto di illuminazione tutte le cabine elettriche, sia internamente che esternamente e, solo esternamente, le Power Station. L'impianto esterno consiste nella installazione di lampade a plafoniera, con grado di protezione IP 55 o superiore.

Per le cabine i due impianti, interno ed esterno, saranno comandati ciascuno da un interruttore all'interno della cabina, installato a parete nelle immediate vicinanze dell'ingresso alla cabina stessa.

La distribuzione degli impianti è in tubo rigido in materiale plastico, fissato a vista alle pareti della cabina. Sempre nelle cabine, l'impianto di illuminazione di emergenza sarà realizzato con plafoniere per tubi fluorescenti autoalimentate con grado di protezione IP55, posizionate in tutti i locali della cabina, in prossimità delle uscite.

## 7. SPECIFICHE TECNICHE IMPIANTO

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 25.860 moduli tipo **JOLYWOOD (TAIZHOU) SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD. serie JW-HD132N** di potenza di picco pari a 695 Wp, in silicio-monocristallino, per una potenza complessiva dell'impianto pari a 17.972.700 Wp. I pannelli sono organizzati in stringhe, ognuna composta da 30 moduli in serie, collegate ai quadri campo/string box e attraverso questi ai inverter del SMA SOLAR TECHNOLOGY serie Sunny Central UP. Le uscite in corrente alternata a 600V degli inverter saranno collegate ai primari di trafo in resina epossidica con secondario a 30000V (Trasformatore elevatore).

Ciascun modulo sarà provvisto di diodi di bypass. Ciascuna stringa di moduli sarà controllata attraverso il sistema di monitoraggio degli inverter che monitoreranno le correnti di ogni stringa individuando le anomalie di impianto tramite paragone tra i diversi valori elettrici rilevati.

Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema IT con nessun polo connesso a terra e con le masse degli impianti collegate a terra.

Il gruppo di conversione sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione sono compatibili con quelli del generatore fotovoltaico. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni, e in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

L'impianto sarà dotato di apparecchiature di visualizzazione a bordo macchina di energia prodotta dall'impianto ed immessa in rete con le rispettive ore di funzionamento

.Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa viene ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la sua parte sarà opportunamente protetta.

Nell' Elaborato FV232425-PD\_A\_3.1\_TAV\_r00 è riportato lo schema di realizzazione dell'impianto e di collegamento dell'impianto alla rete elettrica di distribuzione. L'impianto risulterà costituito da:

- moduli fotovoltaici su strutture di supporto ;
- stringhe fotovoltaiche;
- inverter;
- apparati di trasformazione BT/MT;
- cavi elettrici e canalizzazioni;
- quadro e protezioni di interfaccia con la RTN
- sistema di controllo e monitoraggio;
- impianto di messa a terra.

### 7.1. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati sono della Serie **JW-HD132D132N** serie prodotti dalla **JOLYWOOD (TAIZHOU) SOLAR TECHNOLOGY CO., LTD.** del tipo in silicio monocristallino bifacciali. I Moduli in silicio monocristallino prescelti presentano il miglior rendimento (rapporto tra la potenza erogata e la superficie occupata) ed inoltre presentano un aspetto estetico particolarmente gradevole.

Le principali caratteristiche meccaniche ed elettriche (misurate ad STC) dei moduli prescelti sono riportate nella scheda sottostante.

<b>JW-HD132N</b>		
Condizioni di prova standard (Standard Testing Condition):	STC	
Potenza max moduli (Pmax):	695	W
Tensione a circuito aperto (Voc) :	47	V
Corrente di corto circuito (Isc):	18,76	A
Tensione alla max potenza (Vmp):	39,4	V
Corrente alla max potenza (Imp):	17,67	A
Efficienza modulo :	22,37	%
Coefficiente di temperatura su Voc:	-0,260	%/°C
Coefficiente di temperatura su Ioc:	+0,050	%/°C
Coefficiente di temperatura su Pmpp:	-0,320	%/°C
Lunghezza:	2384	mm
Larghezza:	1303	mm
Spessore:	30	mm
Temperatura di lavoro:	-40 ÷ +85	°C
Garanzia sulla prestazione :	97%	
Da 1 a 25 anni	Da 97% a 89,4%	
Da 25 a 30 anni	Da 89,4% a 87,4%	
Degrado annuale	-0,40%	

## 7.2. Stringhe fotovoltaiche

I 25.860 moduli costituenti il generatore fotovoltaico saranno divisi in 862 stringhe, costituite ciascuna da una serie di 30 moduli. Esse presentano le seguenti caratteristiche elettriche nominali:

caratteristiche singola stringa		
Numero moduli	N°	30
Potenza nominale di stringa	Wp	20.850
Tensione nominale a STC (Vmp)	V	1182
Corrente alla max potenza (Imp)	A	17,67
Tensione a circuito aperto (Voc)	V	1410
Corrente di corto circuito (Isc)	A	18,76

Questi parametri elettrici sono conformi a quelli in ingresso ai quadri di

## 7.3. Quadri di campo

Le stringhe faranno capo ai quadri di campo, installati in numero adeguato, in riferimento agli ingressi DC degli MPPT inverter, e posizionate in modo baricentrico rispetto alle relative stringhe di pertinenza, al fine di mantenere una caduta di tensione contenuta ed equilibrata a livello DC.

I quadri avranno caratteristiche tecniche del tipo:

- Max tensione DC 1500V;
- Fusibili lato DC da 25 A;
- Max corrente in uscita da 305A a 469 A (in funzione delle stringhe connesse);;
- Protezione da cortocircuito su entrambi i poli;
- Sezionatore di uscita 500A
- Grado di protezione max IP65 e case resistente ai raggi UV.

I quadri saranno equipaggiati con schede dedicate atte al monitoraggio delle correnti di stringa ed alla individuazione di eventuali malfunzionamenti/guasti



FIG. 21 - QUADRO / STRING BOX TIPO

Le uscite dei quadri in “cc” confluiscono agli inverter.

#### **7.4. Inverter, sistema di conversione DC/AC**

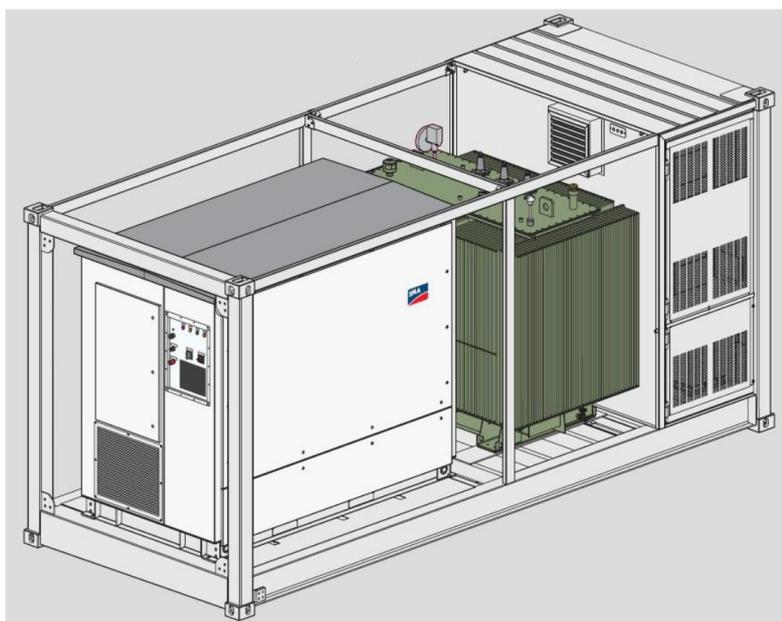
Per ogni sottocampo di generazione è previsto un gruppo di conversione CC/CA e BT/MT, anche detto “Power Station” per un totale di 6 gruppi.

Ogni gruppo di conversione è composto da un inverter e da un trasformatore BT/MT. I gruppi inverter hanno la funzione di riportare la potenza generata in corrente continua dai moduli fotovoltaici alla frequenza di rete, mentre il trasformatore provvede ad innalzare la tensione al livello della rete interna dell’impianto (30 kV).

Il gruppo di conversione (chiamato anche power station) individuato in questa fase preliminare di progettazione, prevede l’utilizzo di:

- un inverter con una taglia da 2667 kW e un trasformatore elevatore da 3500 kVA per i sottocampi 1, 2, 3 e 6;
- un inverter con una taglia da 2800 kW e un trasformatore elevatore da 4500 kVA per il sottocampo 4;
- un inverter con una taglia da 2667 kW e un trasformatore elevatore da 4000 kVA per il sottocampo 5 ;

La power station includono compartimenti MT e BT alloggiati in un container, con porzioni di pannelli laterali aperti e/o tettoie apribili, per favorire la circolazione dell’area.



**FIG. 22 - POWER STATION TIPO CON QUADRO, INVERTER E TRASFORMATORE ELEVATORE**

La potenza sarà limitata a livello di inverter in modo da non superare i 17,97 MW al punto di consegna.

In fase di progetto esecutivo, il numero delle Power Station, così come le dimensioni di queste, potrà variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli delle porzioni di campo fotovoltaico a cui sono connessi, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete del distributore alla quale vengono connessi.

Gli inverter sono dotati di idonei dispositivi atti a sezionare e proteggere il lato in corrente alternata, alloggiati in un'apposita sezione dei quadri inverter.

L'inverter è marcato CE e munito di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica.

Grandezza	Valore per potenza nominale	
	2667/2800	4000
Tensione massima in ingresso	1500 V	1500 V
Tensione di uscita alla Pnom	30 kV	30 kV
Frequenza di uscita	50 Hz	50 Hz
cos $\phi$	0,8 – 1,0	0,8 – 1,0
Range di temperatura di funzionamento	-25 +60 °C	-25 +60 °C
Range di tensione in ingresso	880 V - 1325 V	880 v – 1325V
Corrente massima in ingresso	4800 A	4750A
Rendimento europeo	98,6%	98,6%

Oltre alle Power station saranno installate, come da layout, delle cabine del tipo prefabbricato all'interno delle quali oltre alle protezioni saranno installati i generatori ausiliari, per alimentare tutte le apparecchiature che devono essere alimentate in caso di black-out.

Alla cabina principale di campo, posta nella sezione terminale dell'impianto, saranno collegate tutte le Power Station per essere connesse alla stazione Utente 30/220kV, e, dunque, al punto di connessione alla RTN.

## 8. STAZIONE ELETTRICA UTENTE

Come illustrato nello schema unifilare generale, l'energia generata dal parco fotovoltaico verrà convogliata tramite una dorsale in doppio cavo MT in stazione di trasformazione di tensione 30/220kV (nel seguito anche SSE Utente), e, successivamente, consegnata alla Rete di Trasmissione Nazionale, secondo la configurazione che il Gestore di Rete comunicherà al produttore nel preventivo di connessione.

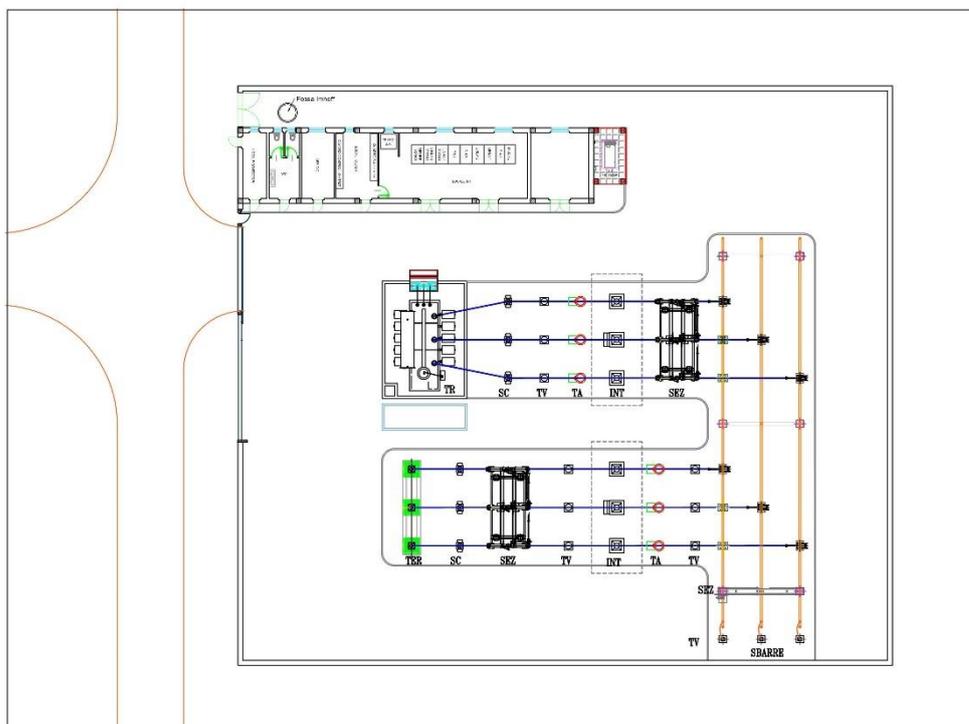


FIG. 23 - STAZIONE UTENTE

La Stazione di trasformazione verrà realizzata in prossimità del punto che Terna individuerà quale idoneo per la connessione dell'impianto fotovoltaico alla RTN. Detta connessione avverrà tramite cavo interrato AT che collegherà la Stazione di trasformazione con la nuova SSE Terna.

La stazione è costituita da n.2 montanti AT, uno lato partenza, l'altro lato TR, collegati da un sistema sbarre.

Lo stallo Trasformatore è principalmente costituito da:

- ✓ Trasformatore di potenza MT/AT;
- ✓ Terna di scaricatori AT;
- ✓ Terna di TV induttivi e capacitivi in AT;
- ✓ Terna di TA in AT;
- ✓ Interruttore tripolare AT;
- ✓ Sezionatore tripolare;

Lo stallo partenza è principalmente costituito da:

- ✓ Terna di scaricatori AT;
- ✓ Terna di TV induttivi e capacitivi in AT;
- ✓ Terna di TA in AT;
- ✓ Interruttore tripolare AT;
- ✓ Sezionatore tripolare;
- ✓ Terminali per discesa cavi AT (raccordo alla stazione RTN).

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicata un edificio di comando suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, locali di servizio, ecc...

### 8.1. Apparecchiature AT

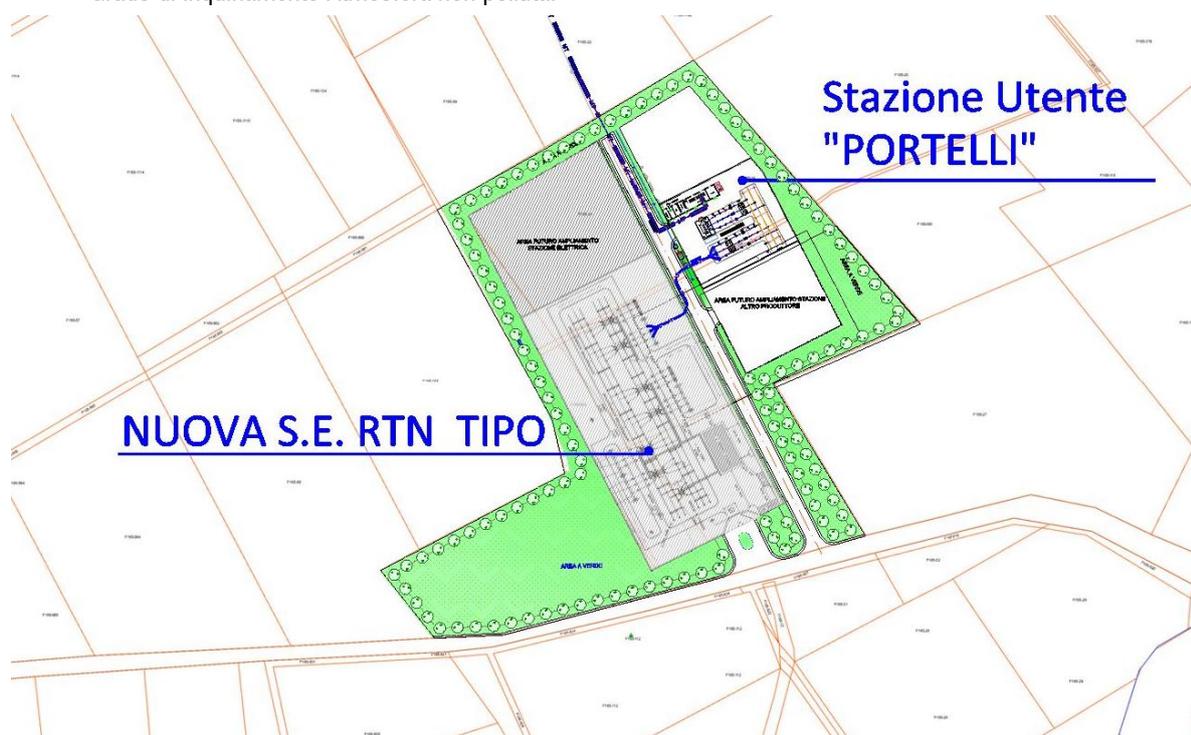
Le apparecchiature AT saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio.

La connessione tra la SSE utente e la nuova Stazione Elettrica TERNA avverrà tramite collegamento AT a 220 kV, sul lato utente, saranno installate le seguenti apparecchiature:

- ✓ Sezionatore a doppia apertura con lame di terra;
- ✓ Trasformatori di tensione induttivi;
- ✓ Interruttore tripolare in SF6;
- ✓ Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione);
- ✓ Scaricatori di tensione.

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

- ✓ Condizioni ambientali;
- ✓ Tipo di installazione: Esterna 2;
- ✓ Zona sismica: ZONA 2;
- ✓ Elevazione del sito < 1000 m.s.l.;
- ✓ Massima temperatura ambiente di progetto; 40°C;
- ✓ Minima temperatura ambiente di progetto: -10°C;
- ✓ Umidità relativa progettuale di riferimento: max 95 %, media 90 %;
- ✓ Grado di inquinamento Atmosfera non polluta.



**FIG. 24 - STAZIONE ELETTRICA DI SMISTAMENTO TIPO E STAZIONE ELETTRICA UTENTE**

La sezione AT della stazione elettrica utente sarà collegata, con cavo interrato ad uno stallo della nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 220 kV della RTN, per la quale è stata individuata un'area distante circa 50 m.

## 8.2. Trasformatore AT/MT

Per la trasformazione di tensione 30/220 kV sarà utilizzato un trasformatore trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale non inferiore a 25 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (220kV +/- 10x1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

Il trasformatore AT/MT avrà le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 25 MVA;
- Raffreddamento ONAN/ONAF;
- $V_{n1}$  220 kV  $\pm$ 12 %;
- $V_{n2}$  30 kV;
- $V_{cc}$ % 12.5 (ONAN);
- Gruppo YNd11;

Il trasformatore, in accordo allo standard TERNA, sarà dotato almeno delle seguenti protezioni:

- 26Q: sovratemperatura olio, con soglia di allarme e di scatto;
- 99Q: livello olio, con soglia di allarme;
- 63Q: pressione olio, con soglia di scatto;
- 97T: Relè Buchholz di trasformatore, con soglia di allarme e scatto;
- 97VSC: Relè Buchholz di variatore sotto carico, con soglia di scatto;
- 99VSC: livello olio nel variatore sotto carico, con soglia di allarme.

Dovrà essere inoltre previsto il dispositivo di controllo e comando del variatore sotto carico (90TR).

### 8.3. Quadro MT

Sarà installato un quadro MT 36 kV di tipo protetto in apposito locale nell'ambito dell'edificio facente parte della SSE Utente e si compone di:

- N°1 interruttore di riserva;
- N°3 interruttori di linea relativi alle dorsali in arrivo dai sottocampi fotovoltaici;
- Scomparto per la protezione del trasformatore dei servizi ausiliari;
- Scomparto misure;
- Dispositivo generale e di interfaccia;
- Partenza linea trasformatore MT/AT (220/30 kV).

Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d'acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito. Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l'efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto. È prevista l'installazione di un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari della SSE Utente; a valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l'alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente. Per il collegamento del trasformatore al quadro generale di BT si prevede una linea in cavo FR160M16 0.6/1 kV di sezione 3x1x95+50N posata nel vano ricavato tra la platea di fondazione ed il pavimento flottante della cabina. Parallelamente al trasformatore verrà allestito un gruppo elettrogeno della potenza di 20kVA, che garantirà l'energizzazione del quadro BT anche nel caso venisse a mancare la rete AT.

Il quadro di BT sarà composto da due sezioni:

- Sezione a 400/230 Vac dedicata all'alimentazione degli impianti Luce, Forza Motrice, ventilazione dei locali di cabina e del trasformatore AT/MT ed ausiliari relativi al quadro protezioni, alle apparecchiature AT ed alle apparecchiature di misura;
- Sezione a 110 Vcc alimentata da gruppo raddrizzatore/carica batterie, principalmente al servizio degli ausiliari dei quadri (elettrici di potenza e di protezione), degli ausiliari delle apparecchiature AT e dell'illuminazione di emergenza.

Sarà inoltre previsto un inverter DC/AC per l'alimentazione di alcune utenze in corrente alternata che necessitano di continuità (ad esempio il PC del sistema SCADA).

## 9. SISTEMI DI PROTEZIONE

### 9.1. Impianto di messa a terra

Gli impianti di terra saranno progettati in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3 (CEI EN50522) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV" ed i parametri che saranno presi in considerazione per il loro dimensionamento saranno quelli forniti dal gestore di rete (TERNA) (valore della corrente di guasto, durata del guasto).

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegati.

La SSE Utente sarà dotata di un apposito impianto di terra, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature elettriche AT, MT e BT. Il dimensionamento dell'impianto sarà fatto in relazione ai valori della corrente di guasto monofase a terra e di tempo di eliminazione del guasto, forniti da TERNA per la AT e in conformità ai limiti imposti dalle norme CEI relative.

In linea di principio, il dispersore sarà costituito da una maglia, disposta in modo tale da formare quadrati con lato di circa 5 m, realizzata in corda di rame 50 mmq, interrata a profondità di circa 0,7 m, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 70 mmq.

La maglia di terra sarà posata ad intimo contatto con il terreno, prima dello strato di fondazione ad una profondità, come detto, di circa 0,7 m. Tale quota è sicuramente inferiore alla linea di gelo e ad essa la temperatura del terreno è pressoché costante a 20°C. La maglia sarà collegata in più punti ai ferri di fondazione sia dell'edificio sia dei plinti di fondazione delle apparecchiature AT, al fine di migliorare l'efficienza di dispersione di eventuali correnti di guasto.

Ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto saranno rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, verranno effettuate le necessarie modifiche all'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.).

### 9.2. Misure di protezione e sicurezza

Per la parte di rete in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente è limitata a valori di poco superiori alla corrente dei moduli fotovoltaici, a causa della caratteristica corrente/tensione dei moduli stessi. Tali valori sono dichiarati dal costruttore.

A protezione dei circuiti sono installati, in ogni cassetta di giunzione dei sottocampi, fusibili opportunamente dimensionati. Nella parte in corrente alternata la protezione è realizzata da un dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso.

L'interruttore posto sul lato CA dell'inverter serve da ricalzo al dispositivo posto nel gruppo di conversione.

### 9.3. Misure di protezione contro i contatti diretti

- La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:
- Installazione di prodotti con marcatura CE (secondo la direttiva CEE 73/23);
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di isolamento e alloggiati in condotti portacavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati)

#### **9.4. Misure di protezione contro i contatti indiretti**

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale. Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

#### **9.5. Misure di protezione dalle scariche atmosferiche**

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

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

## 10. SISTEMI AUSILIARI

### 10.1. Sistema di sicurezza e sorveglianza

La risoluzione del problema della sicurezza si impone sin dai primi momenti di realizzazione degli impianti a causa dell'alto valore di mercato dei pannelli fotovoltaici ed a causa delle caratteristiche dei siti di installazione, spesso posizionati in luoghi isolati.

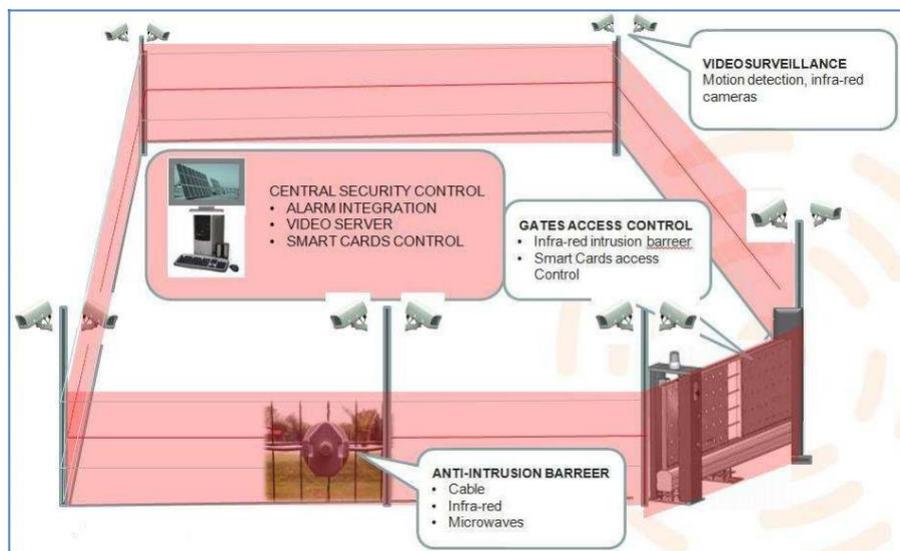


FIG. 25 - SCHEMA DISTRIBUZIONE DISPOSITIVI ANTI INTRUSIONE E VIDEO SORVEGLIANZA

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

Il sistema è di tipo integrato ed utilizza:

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

Nel caso sia rilevata un'intrusione l'illuminazione relativa a quella cabina viene attivata.

E quindi possibile rilevare le seguenti situazioni:

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

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

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

L'impianto di video sorveglianza sarà del tipo integrato con l'impianto di antintrusione; sarà costituito da telecamere fisse, dislocate nei punti più sensibili dell'intero impianto (quali l'ingresso dell'area, le cabine di trasformazione, ecc...), anche durante le ore notturne.

Esso sarà monitorabile da remoto; le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale che consentirà all'operatore di selezionare la telecamera per monitorare la porzione di area di interesse.

Le telecamere verranno fissate su sostegni metallici (pali) di altezza pari a 4,5m ed interdistanza di 50-70mt. Alla sommità di tali pali saranno installate telecamere a infrarossi e illuminatori a tempo, che potranno tuttavia essere attivati, solo quando strettamente necessario, anche durante eventuali manutenzioni notturne necessarie all'esercizio dell'impianto fotovoltaico. L'impianto di antintrusione, integrato a quello di videosorveglianza, sarà costituito da sensori volumetrici dislocati in diversi punti di impianto; esso sarà dotato di commutatore telefonico che, in caso di effrazione, contatterà le forze dell'ordine e la proprietà dell'impianto, così come tutte le persone memorizzate nel database secondo una priorità assegnata dal committente.

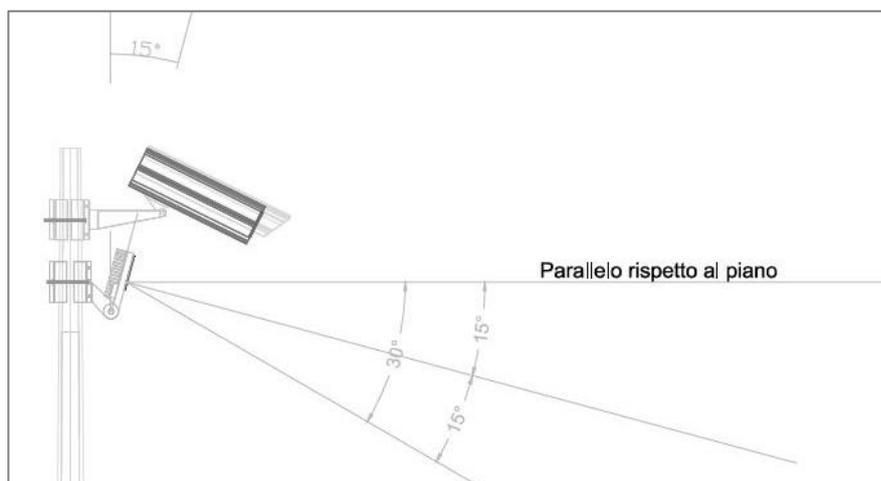


FIG. 26 - TELECAMERA VIDEOSORVEGLIANZA TIPO

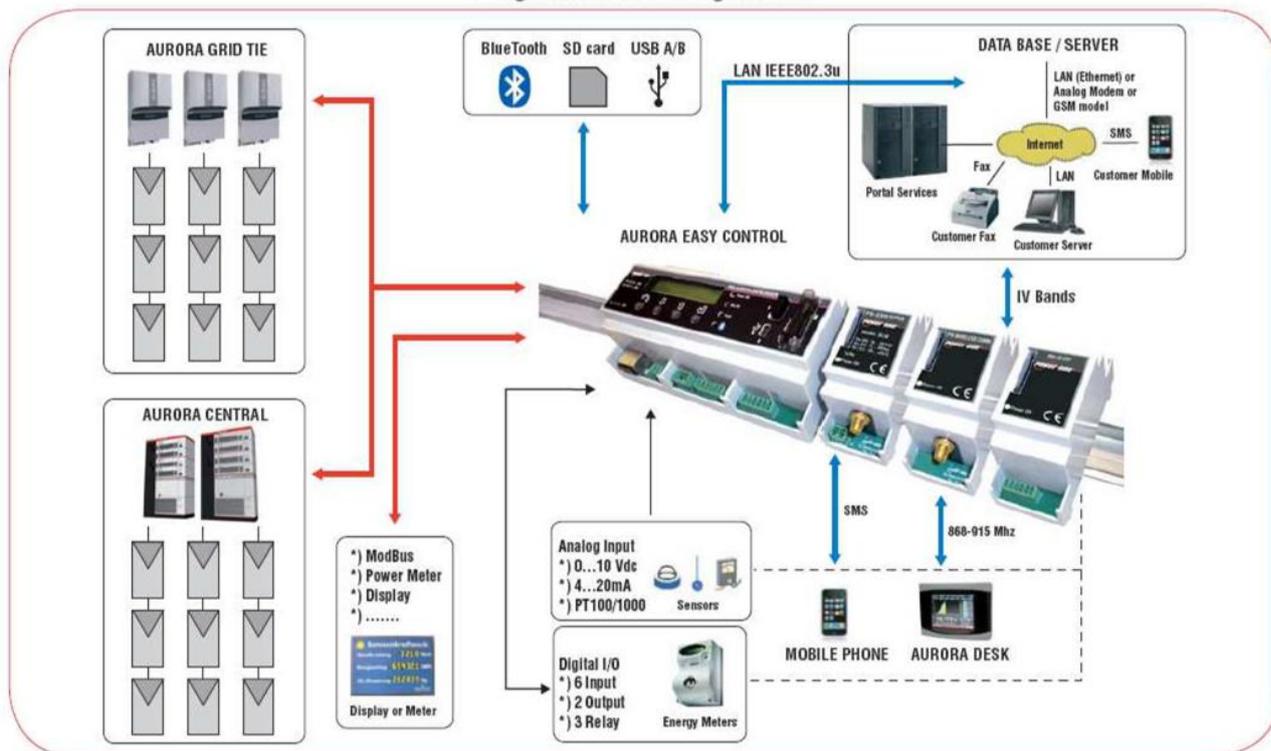
## 10.2. Sistema di monitoraggio e controllo

Il sistema di monitoraggio e controllo dell'impianto fotovoltaico è costituito da:

- Una serie di sensori atti a rilevare, in tempo reale, i parametri ambientali, elettrici, dei tracker, lo stato funzionale degli equipaggiamenti elettrici ed elettromeccanici e delle relative protezioni, i dati dal sistema antintrusione/TVCC dell'impianto;
- E da un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati centralizzato (SAD – Sistema Acquisizione Dati), in accordo alla norma CEI EN 61724.

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

**Diagramma di collegamento**



**FIG. 27 - ESEMPIO SCHEMA SISTEMA DI MONITORAGGIO**

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

- Irraggiamento solare;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura dei moduli;
- Tensione e corrente in uscita dalle unità di generazione;
- Potenza attiva, reattiva e corrente in uscita all'unità di conversione;
- Potenza attiva, reattiva ed energia scambiata a valle cabina di raccolta MT prima della trasformazione MT/AT;
- Tensione, potenza attiva ed energia scambiata al punto di consegna AT;
- Stato funzionamento trackers.
- Segnali relativi alle apparecchiature di manovra di AT;
- Segnali relativi al trasformatore AT/MT;
- Segnali relativi alle unità funzionali di BT ed MT e alle relative protezioni;
- Segnali relativi alle funzionalità dei trasformatori delle Power Station;
- Segnali relativi ai trasformatori e alle alimentazioni ausiliari e ai gruppi raddrizzatore – batterie.

Il sistema sarà modulare e configurabile secondo le necessità e la configurazione sarà basata su PC locale con web Server per l'accesso remoto. La struttura delle pagine video del sistema includerà uno schema generale di impianto, pagine allarmi

con finestra di preview e schemi dettagliati di impianto, sottocampi, equipaggiamenti elettrici/elettromeccanici e sistemi ausiliari.

Il sistema dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione dell'impianto.

L'unità di controllo remoto sarà anche in grado di registrare eventi, con possibilità di sincronizzazione locale, da centro remoto o tramite GPS.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS). Sullo stesso BUS si inserirà la scheda di acquisizione ambientale per la misura della temperatura ambientale, della temperatura dei moduli e dell'irraggiamento. È prevista altresì l'implementazione per l'intero impianto fotovoltaico di una rete dati in fibra ottica che verrà messa in opera all'interno del tubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti.

### 10.3. Sistema di illuminazione e forza motrice

In tutti i gruppi di conversione, nella cabina ausiliaria e nella Cabina Magazzino/sala controllo sono previsti i seguenti servizi minimi:

- illuminazione interna tale da garantire almeno un livello di illuminazione medio di 100 lux;
- illuminazione di emergenza interna mediante lampade con batteria incorporata;
- illuminazione esterna della zona dinanzi alla porta di ingresso, realizzata con proiettore accoppiato con sensore di presenza ad infrarossi;
- impianto di forza motrice costituito da una presa industriale 1P+N+T 16 A - 230 V e una o più prese bivalente 10/16 A Std ITA/TED.

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

## 11. STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici, allo scopo di aumentare il rendimento complessivo, saranno montati su inseguitori solari monoassiali autoalimentati, che grazie ad un algoritmo specifici sono in grado di seguire con precisione la posizione del sole nell'arco della giornata, andando ad aumentare le ore di irraggiamento diretto.

Progettati per una massima adattabilità a terreni non regolari ed orografie impegnative, essi ben si prestano nel sito di installazione dell'impianto in progetto che è con pendenze limitate, mediamente inferiori al 16%,

Sono possibili configurazioni elettriche differenti, grazie all'utilizzo di trackers di taglie modulari.

Le configurazioni standard che saranno realizzate sono sistemi modulari 1Xn portrait a 30 moduli; all'occorrenza saranno realizzati coppie di sistemi con 15 moduli .

Il sistema adottato avrà le seguenti caratteristiche::

- **Angolo di inseguimento programmabile** per singolo tracker, in base alle necessità del cliente ed alla morfologia del sito. Angolo massimo di inseguimento: +/- 60°
- **Tracker autoalimentato** grazie all'uso di un modulo FV dedicato da 30 W (incluso nella fornitura) e ricarica di un pacco batteria integrato.
- **Sistema di comunicazione wireless** a livello tracker basato su protocollo ZigBee. Non si necessitano cavi dati aggiuntivi per ciascun tracker per il trasferimento al sistema SCADA di segnali di stato e di errore
- **Software proprietario**, con algoritmo di **backtracking** integrato

- Conforme all'uso di **moduli fotovoltaici bifacciali**
- **Interfaccia Web** per il controllo funzionale dei tracker ed invio comandi da remoto agli stessi
- **Inclinazione della struttura** data da cuscinetti che permettono di seguire le variazioni di pendenza del terreno e garantiscono il corretto funzionamento della struttura per un'inclinazione fino a 8°.

**11.1. Componenti strutturali**

L'inseguitore è costituito da travi scatolate a sezione quadrata, sorretti da pali con profilo a Z ed incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore; ancorati alle travi sono i supporti dei moduli, con profilo omega e zeta. I moduli vengono fissati con bulloni e almeno uno di essi è dotato di un dado antifurto.

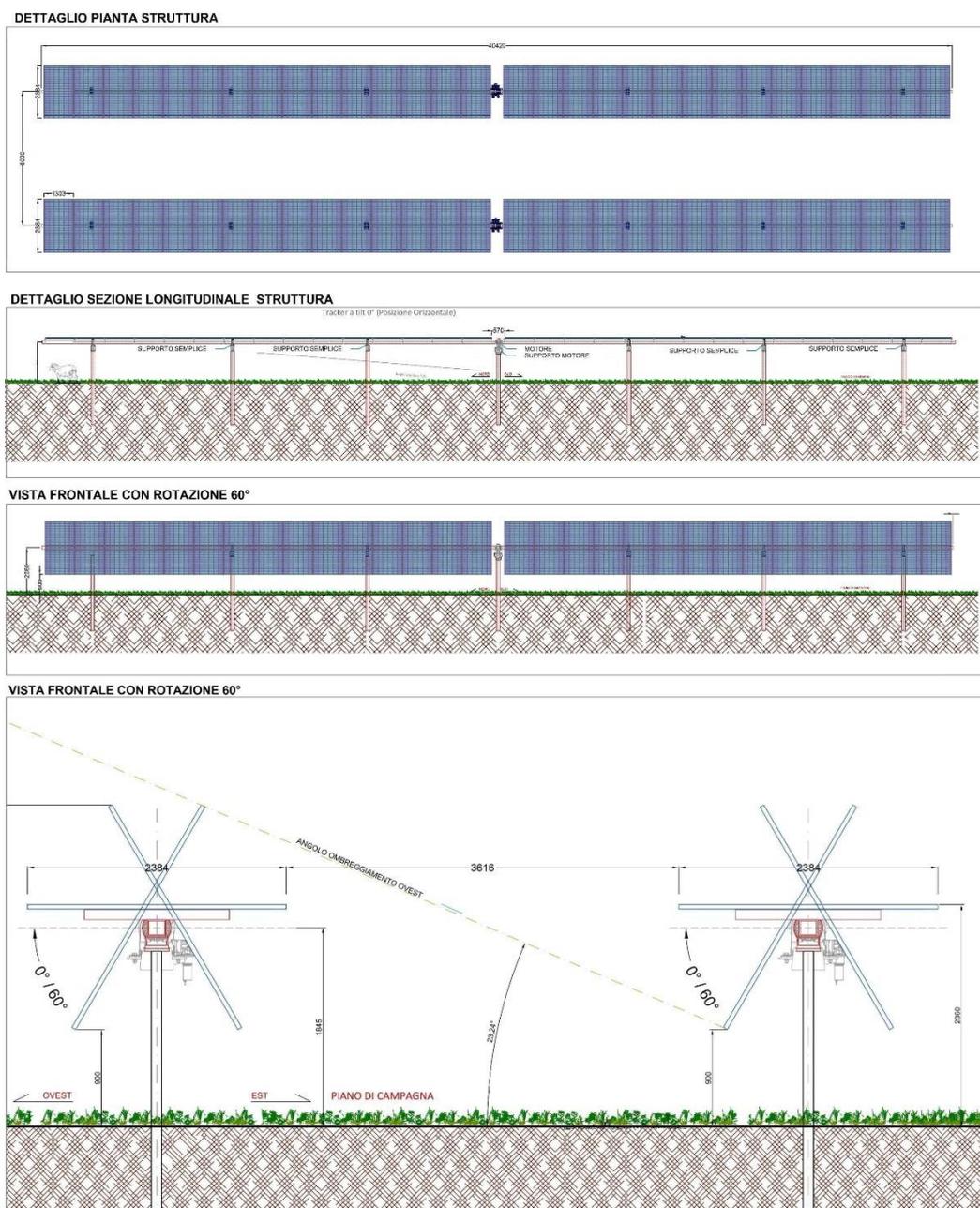


FIG. 28 - TRACKER TIPO



FIG. 29 - VISTA GENERALE INSTALLAZIONE PANNELLI FOTOVOLTAICI SU INSEGUITORI

**11.2. Teste pali e cuscinetti**

Sul palo centrale sono imbullonate due piastre ad L per l’ancoraggio del gruppo motore (definite teste motore) e su queste viene fissato il gruppo motore stesso, al quale vengono successivamente accoppiate le prime due travi centrali. Analogamente per ogni palo Z sono presenti delle piastre a T (teste palo), sulle quali sono fissati i cuscinetti per la rotazione della struttura. I cuscinetti sono realizzati in materiale plastico polimerico a matrice vetrosa, progettati e testati per garantire alte prestazioni e durabilità per l’intera vita del progetto (stima 25 anni).

	Flangia motore	Testa palo	Cuscinetti
Materiale	S355JR	S355JR	Polimero rinforzato
Protezione	Zincatura a caldo HDG	Zincatura a caldo HDG	
Numero per tracker	2	Da 4 a 12	Da 4 a 12

Caratteristiche dei materiali della struttura orizzontale



FIG. 30 - PARTICOLARE CUSCINETTI ROTAZIONE DELLA STRUTTURA

### 11.3. Gruppo di riduzione, motore e travi

Nella parte centrale della struttura è presente il motore e gruppo di riduzione.

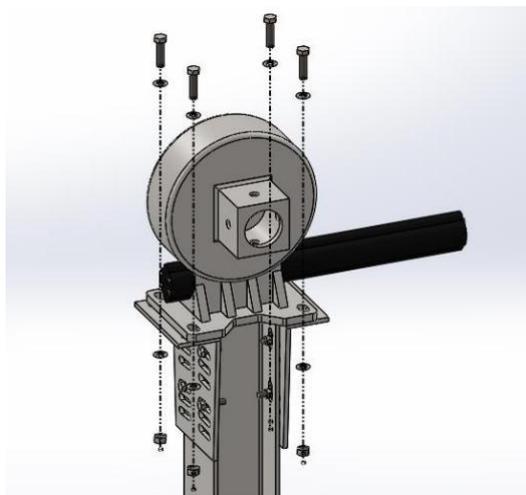


FIG. 31 - PARTICOLARE INSTALLAZIONE MOTORE INSEGUITORE

Caratteristiche:

	Motore/gruppo riduzione
Torque [Nm]	5500, max 8450
Tensione [V]	24
Temperature di operatività	-20°C a +120°C
Rapporto	61:1

Le travi sono l'elemento portante dell'intera struttura. Queste sono ancorate al motore e passanti all'interno dei cuscinetti. Le travi attraverso opportuni giunti sono collegate in serie, andando a formare un'unica struttura.

Caratteristiche:

Tabella 4 – Caratteristiche delle travi	
	Travi
Materiale	S350GD
Lunghezza	Da 5 ad 12 metri
Spessore	3/4 mm
Protezione	Z450*

\* Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali

### 11.4. SUPPORTO MODULI

Sulle travi vengono installati i moduli fotovoltaici. Specifici supporti con profilo omega (zeta quelli terminali) vengono fissati alle travi e, grazie alla presenza di fori di dimensioni compatibili con quelli presenti sui moduli, è possibile l'ancoraggio del generatore fotovoltaico all'inseguitore.

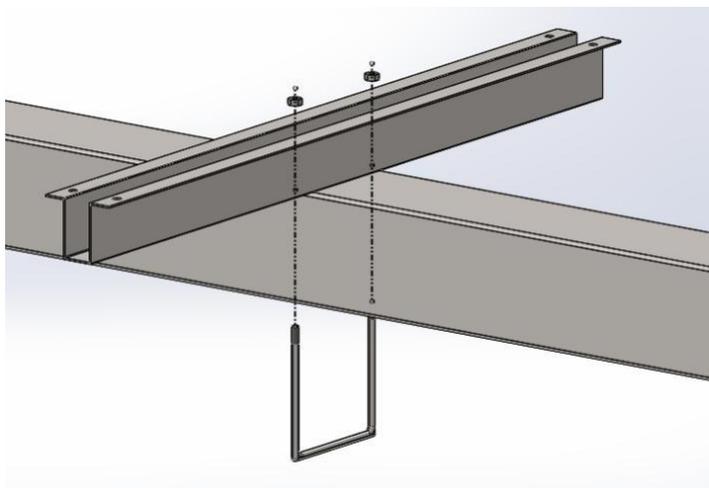


FIG. 32 - PARTICOLARE DELL'INSTALLAZIONE DEI SUPPORTI DEI PANNELLI

Caratteristiche:

Tabella 5 - Caratteristiche dei supporti	
	Omega e zeta
Materiale	S280GD
Lunghezza	440 mm* 3219 mm** 3452 mm ***
Spessore	Omega 2 mm, Z 3 mm
Protezione	Z450

- Lunghezza standard del supporto in configurazione 1Xn portrait.
- \* Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli monofacciali.
- \* *Lunghezza standard del supporto in configurazione 2Xn portrait con moduli bifacciali.*

Lunghezze e spessori differenti sono realizzabili per adattarsi al meglio alle dimensioni dei moduli scelti dal cliente. Il rivestimento di protezione può essere differente sulla base di accordi commerciali.

### 11.5. Testing

L'inseguitore dovrà essere sottoposto ad una serie di test qualitativi e di durata molto stringenti, atti a garantire la massima qualità del prodotto ed una elevata affidabilità del sistema., tra i quali:

- Test in galleria del vento presso l'Università di Perugia, per verifica massima resistenza della struttura a venti costanti e raffiche
- Analisi CFD a carichi crescenti
- Test in nebbia salina del motore, gruppo di riduzione e struttura
- Test in camera climatica della scheda di controllo
- Test di controllo qualità presso gli stabilimenti di produzione della struttura
- Test distruttivi dei materiali metallici.

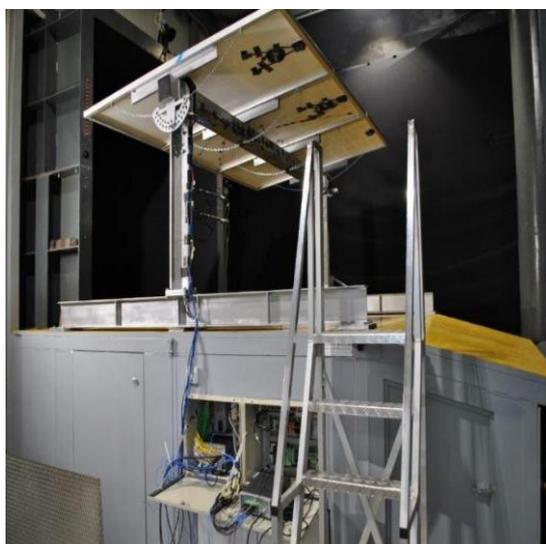


FIG. 33 - TEST IN GALLERIA DEL VENTO

## 12. CAVI ELETTRICI E CANALIZZAZIONI

I cavi sono dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione. I cavi devono soddisfare i seguenti requisiti:

- ✓ tipo autoestinguenti e non propagante l'incendio;
- ✓ cavi del tipo unipolare per i circuiti di potenza;
- ✓ estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

La caduta di tensione totale, valutata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso cc del gruppo di conversione deve essere mantenuta entro l'1% e comunque tale da garantire la potenza in uscita.

Le sezioni vanno scelte in modo da contenere le perdite nei limiti di cui alle prove di accettazione. Il cablaggio dei moduli fotovoltaici è realizzato attraverso i terminali **Tyco**.

I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista.

Per la protezione meccanica dei cavi lungo le discese interne ai prefabbricati di protezione degli inverter e nelle cabina, saranno installati dei tubi garantendo, per il collegamento con i quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi.

In accordo con il layout definitivo delle apparecchiature, saranno definiti i tipi e sezione dei cavi e le caratteristiche della componentistica (connettori, cassette, canaline, morsettiere, ecc.) in accordo con le prescrizioni tecniche e di dimensionamento.

I cavi dovranno essere sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo alle cadute di tensione;

Tutte le apparecchiature e strutture metalliche dovranno essere collegate al più vicino ed idoneo pozzetto di terra, per mezzo di cavi di sezione come da progetto ed in accordo alla normativa vigente.

I cavi in corrente continua derivanti dalle stringhe saranno raccolti nelle canaline in acciaio zincato 200x70mm posizionate sul retro delle strutture e raccordate ai pozzetti in cls prefabbricati 60x60cm presenti sul lato Est dell'impianto. Attraverso cavidotti in corrugato in PVC pesante di diametro superiore a 160mm, i pozzetti si raccorderanno ai pozzetti in ingresso alla Power Station.

Le eventuali tubazioni di confinamento, sul retro dei moduli, dei cavi elettrici saranno in PVC flessibile colore grigio dai moduli al quadro di campo, complete di fascette, terminali e minuterie, fornite da azienda primaria a diffusione nazionale, con particolari caratteristiche di tenuta stagna e resistenza meccanica sia a vista che sotto traccia.

## 12.1. Dimensionamento dei cavi elettrici

Riferimenti normativi

Il dimensionamento dei cavi è stato effettuato in modo da garantire la protezione della conduttura alle correnti di sovraccarico. In base alla norma CEI 648/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura

in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

$$a) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 I_z$$

Per soddisfare alla condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_B$  viene scelta la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile  $I_z$  in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z \text{ minima} = I_n/k$$

dove il coefficiente  $k$  di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente  $k$ ) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale ( $I_z$  minima). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

$$\Delta V\% = K I_B [R_{cavo} \cos \phi + X_{cavo} \sin \phi] 100 / (1000 V_n)$$

dove:

$K = 2$  per sistemi monofase

$K = 1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare)

e in base alla sezione dei conduttori; i valori della  $R_{cavo}$  riportate sono riferiti a 80°C, mentre la  $X_{cavo}$  è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale della utenza in esame.

Nel sistema elettrico in esame per la parte in corrente continua la corrente di corto circuito è di poco superiore a quella di funzionamento alla massima potenza, cosicché è condizione sufficiente la verifica di

$$I_B \leq I_z.$$

Si pone come caduta di tensione massima nei conduttori in corrente continua, con l'unico scopo di ridurre le perdite:  $\Delta V_{max} \leq 1\%$ ;

Nel tratto in alternata  $\Delta V_{max} \leq 1\%$

Dimensionamento dei conduttori di neutro e di protezione

Il conduttore di neutro per i circuiti a corrente alternata avrà la stessa sezione rispettivamente di quello di fase e di quello positivo.

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

determinazione in relazione alla sezione di fase ;  
 determinazione tramite calcolo.

In questo progetto viene applicato il primo criterio che consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $Spe = Sf$  se  $Sf < 16 \text{ mm}^2$ ;
- $Spe = 16 \text{ mm}^2$  se  $16 \leq Sf \leq 35 \text{ mm}^2$  ;
- $Spe = Sf / 2$  se  $Sf > 35 \text{ mm}^2$ .

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi viene fatta alla corrente di impiego e alla corrente nominale, tramite la seguente espressione:

$$T_{cavo} = T_{ambiente} + [\alpha_{cavo} (I_b^2 / I_z^2)]$$

$$T_{cavo} = T_{ambiente} + [\alpha_{cavo} (I_n^2 / I_z^2)]$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $\alpha_{cavo}$  tiene conto del tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

## 12.2. Calcolo delle correnti di corto circuito

Il calcolo delle correnti di guasto viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Per la parte in corrente continua i componenti sono assicurati dalle sovracorrenti in quanto come già detto le correnti di corto circuito sono approssimabili a quelle di massima potenza del sistema .

Per la parte di circuito in corrente alternata rispetto alle correnti derivanti dalla rete sarà verificata la condizione:  $I^2 t \leq K^2 S^2$

in relazione alla curva caratteristica di intervento del dispositivo di protezione che sarà montato a protezione dell'impianto fotovoltaico nel quadro generale e sarà un interruttore magnetotermico differenziale a protezione anche dai contatti diretti ed indiretti , montato a valle di un interruttore generale di protezione di tutto l'impianto elettrico dell'edificio. La corrente massima di corto circuito sarà minore o uguale a quella presunta del punto di consegna. In base alle caratteristiche di intervento dell'interruttore di protezione e del valore della corrente di corto circuito presunta, risultano protetti tutti i cavi con sezione superiore a  $2.5 \text{ mm}^2$ .

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto, in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, tramite la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero dei poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;

- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dall'utenza  $I_{km\ max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto a fine della utenza ( $I_{mag\ max}$ ).

Essendo collegato alla rete un solo montante non è necessario verificare la selettività tra le protezioni.

Per il collegamento in media tensione si utilizzeranno Cavi in media tensione tipo ARG7H1R con conduttore in alluminio, formazione rigida compatta, , isolamento con gomma etilenpropilenica ad alto modulo (HEPR) di qualità G7, sottoguaina in PVC a norma CEI 20-13, tensione nominale di isolamento  $U_0/U=12/20\ kV$ .

Temperatura massima di esercizio: 90 °C;

Temperatura minima di esercizio: -15 °C;

Temperatura massima di corto circuito : 250 °C;

### 13. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA

Il sistema ha un funzionamento completamente automatico e non richiede ausilio per il regolare esercizio. Durante le prime ore della giornata, quando è raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema inizia automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico, modificando la tensione (corrente) lato continua per estrarre la massima potenza del campo.

#### 13.1. Verifica tecnico funzionale dell'impianto

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti saranno realizzati nel rispetto delle norme tecniche richiamate nell'Allegato 1 al DM 19 febbraio 2007, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 4, comma 4, dello stesso decreto.

I moduli fotovoltaici sono provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025

Tali laboratori sono accreditati EA (European Accreditation Agreement) o hanno stabilito con EA accordi di mutuo riconoscimento.

Gli impianti fotovoltaici saranno realizzati con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a)  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I/I_{stc}$ ,

dove:

$P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;

$P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

$I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;  $I_{stc}$ , pari a  $1000 W/m^2$ , e' l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione è stata verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

b)  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$

dove:

$P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua generata dai moduli fotovoltaici in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

#### 13.2. CALCOLI PRESTAZIONALI DEL SISTEMA

##### 13.2.1. Dati di irraggiamento solare

Come per qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la fonte primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni tipo. Ai fini del calcolo della producibilità annua dell'impianto, sono stati analizzati i valori previsti per l'irraggiamento medio annuo sul piano dei moduli.

Per le analisi e previsioni dell'irraggiamento sono stati utilizzati i principali database meteo internazionali, unitamente ai relativi programmi di postprocessing dei dati. Se ne presenta di seguito una breve descrizione:

- La norma UNI 10349 (emessa nel 1994) costituisce un aggiornamento ed ampliamento della più datata norma UNI 8477 (emessa nel 1983). La UNI 8477 riporta i dati medi di radiazione solare mensile sul piano orizzontale per 28 località italiane dove il dato era stato effettivamente misurato. Nella norma UNI 10349 (poi aggiornata nel 2003) sono riportati i dati standardizzati di radiazione solare, nelle componenti diretta e diffusa, per i 101 capoluoghi di provincia; anche in questo caso, però, i dati effettivamente misurati sono un sottoinsieme dei dati pubblicati.
- ATLANTE ITALIANO DELLA RADIAZIONE SOLARE ENEA La procedura si attiene a quanto prescritto dalla Norma UNI 8477/1 recante istruzioni per il "Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta"; però il dato della Rggmm (Radiazione solare globale giornaliera media mensile) su piano orizzontale, che occorre conoscere preventivamente per poter effettuare il calcolo, non è preso dalla Norma UNI 10349, che lo riporta per i soli capoluoghi provinciali, bensì estratto dalle mappe ricavate dall'ENEA. Tali mappe esprimono la Rggmm su piano orizzontale, con una risoluzione spaziale di 2.5 km x 2.5 km circa, e sono stimate a partire dalle immagini satellitari di copertura nuvolosa acquisite dall'ente europeo EUMETSAT; sono pubblicate sul sito dell'Archivio Climatico dell'ENEA, dove pure sono riportati i valori medi mensili per circa 1.600 località italiane. Le mappe utilizzate per il calcolo sono relative alla media quinquennale 1995-1999.
- PVGIS: si basa sull'utilizzo di un data base di radiazione solare ricavato da dati climatologici normalizzati su base europea e disponibili all'interno dell'European Solar Radiation Atlas. L'algoritmo del modello stima l'irradianza/irradiazione globale (diretta, diffusa e riflessa), in assenza ed in presenza di fenomeni meteorologici reali (pioggia, nebbia, nuvole, etc...), su superficie orizzontali o inclinate. L'irradiazione giornaliera totale (Wh/m<sup>2</sup>) è calcolata attraverso l'integrazione dei valori dell'irradianza calcolata ad intervalli regolari di tempo durante l'arco della giornata considerando l'ombreggiamento causato dai rilievi locali (colline e montagne) come da modello digitale del terreno.

Ciascuno dei database/modelli descritti è caratterizzato da una differente variabilità dei dati rilevati e da una incertezza nella determinazione del dato finale che dipende, tra gli altri fattori, dalla fonte dei dati (stazioni meteo a terra, satellite, mista), da quantità e qualità dei dati utilizzati, da metodologie di post-processing dei dati (algoritmi di interpolazione, correzione del bias, medie mensili dei dati rilevati, etc.).

Nella analisi della producibilità energetica dell'impianto, come di seguito descritto, si è fatto riferimento ai dati UNI 10349-2016 della stazione di rilevazione Trapani-Fulgatore secondo i quali il valore medio della irradiazione solare sul piano orizzontale per il sito in progetto è di 1.614,38 kWh/m<sup>2</sup>, valore più cautelativo rispetto a quello Enea (1.614,38 kWh/m<sup>2</sup>) e PVGIS (1.780,39 kWh/m<sup>2</sup>).

### **13.2.2. DISPONIBILITÀ DELLA FONTE SOLARE**

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Trapani Fulgatore" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Misiliscemi (TP), avente latitudine 37°55'50.23"N, Longitudine 12°34'45.59"E e altitudine di 90 m.s.l.m., i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2.06	2.86	3.81	5.28	6.22	6.89	7.06	6.19	4.47	3.53	2.78	1.83

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Trapani Fulgatore

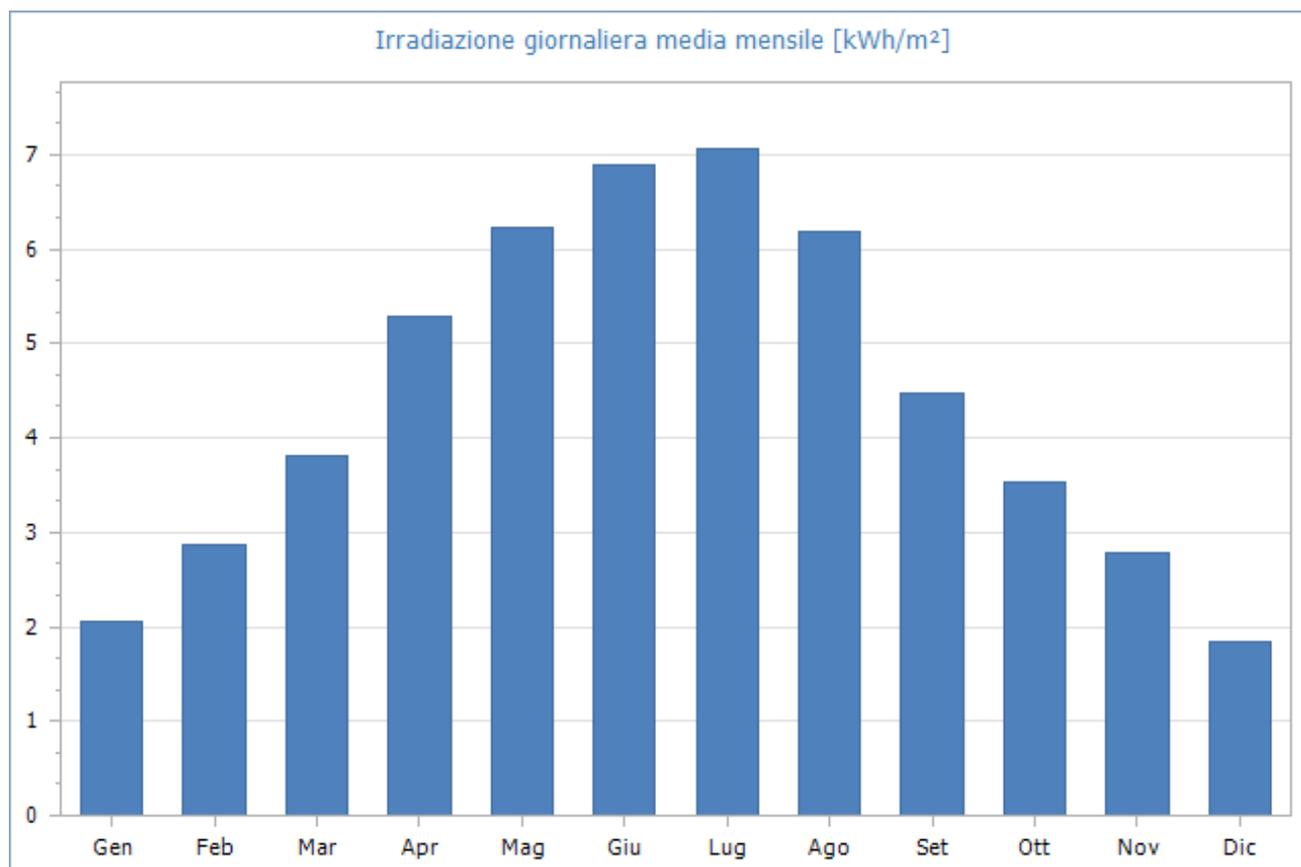


FIG. 34 - IRRADIAZIONE GIORNALIERA MEDIA MENSILE SUL PIANO ORIZZONTALE [KWH/M<sup>2</sup>]- FONTE DATI: UNI 10349:2016 - STAZIONE DI RILEVAZIONE: TRAPANI FULGATORE

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a 1 614.38 kWh/m<sup>2</sup> (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Trapani Fulgatore).

### 13.2.3. Fattori morfologici e ambientali

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a 1.00.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Misiliscemi:

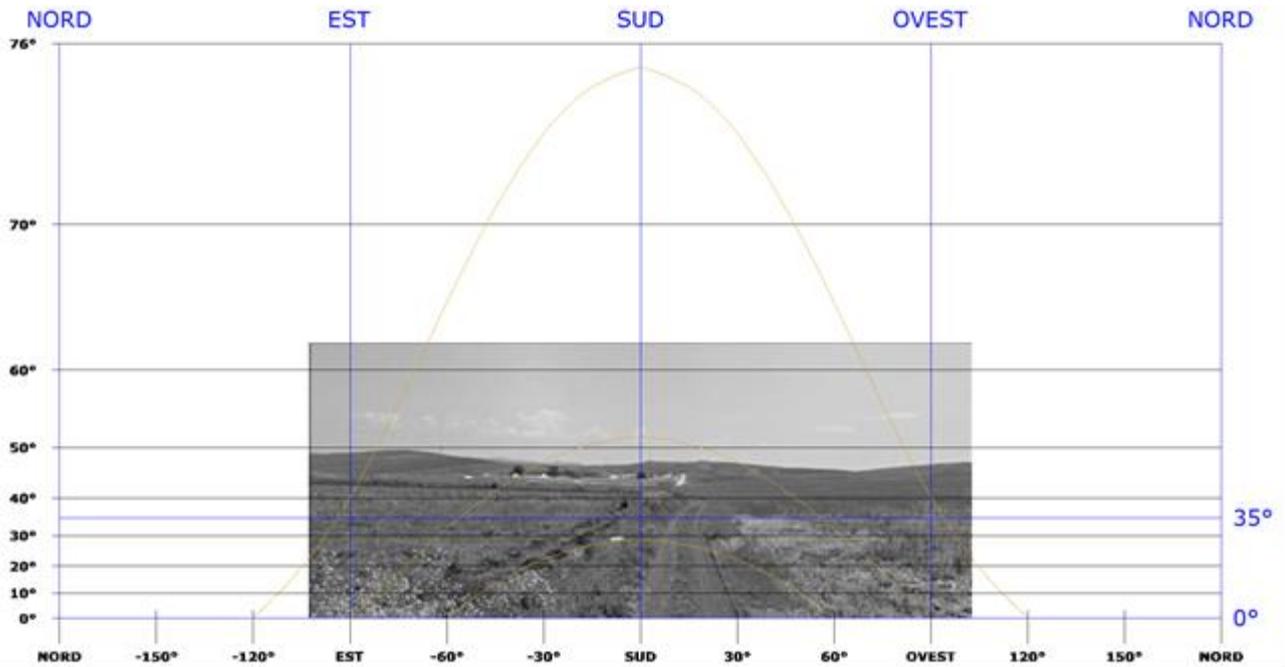


FIG. 35 - DIAGRAMMA SOLARE

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a 0.20.

### 13.3. Criterio generale di progetto

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione della orografia locale dei siti di impianto è comunque possibile adottare orientamenti diversi e sono essere ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Nel progetto in esame l'esposizione prevalente è a sud e gli elementi che possono indurre ombreggiamenti sono costituiti da siepi ed alberi, posti secondo progetto ad una distanza tale da non incidere sulla producibilità dell'impianto.

Al fine di massimizzare la captazione della radiazione solare disponibile ed aumentare la producibilità i pannelli sono posti su inseguitori di rotolli, strutture munite di servomeccanismi che permettono l'inseguimento del sole lungo il suo percorso nel cielo, ruotando intorno ad un asse nord-sud parallelo al suolo di un angolo che varia progressivamente dal mattino al tramonto nel range +/-60. Questi dispositivi sono inoltre dotati di un sistema di controllo, completo di sensori ed algoritmo di backtracking, che al fine di evitare fenomeni di auto ombreggiamento tra le file, invertono il normale movimento di inseguimento in prossimità dell'alba e del tramonto, quando raggiungono un allineamento perfettamente orizzontale. Tale tecnologia permette un incremento, che può raggiungere il 25%, della produzione di energia dell'impianto.

### 13.4. Criterio di stima dell'energia prodotta

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.

g Perdite nei circuiti in alternata.

Nel presente Progetto si è stimato il valore di BOS paru all'84.1%

### **13.5. Criterio di verifica elettrica**

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (14 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (50 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

#### TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 50 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 14 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

#### TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a 14 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

#### TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a 14 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

#### CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

#### DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

#### 14. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Dall'elaborazione di cui alla relazione FV252627-PD\_A\_0.8\_Rel si evince che l'impianto, denominato "Portelli" ha una potenza totale pari a 17.972.700 kW e una produzione di energia annua pari a 32.026.239,54 kWh (equivalente a 1 781.94 kWh/kW), derivante da 25.860 moduli che occupano una superficie di 80.329,16 m<sup>2</sup>, ed è composto da 6 generatori.

<b>Dati generali</b>	
Latitudine	<b>37° .90 N</b>
Longitudine	<b>12° .580 E</b>
Altitudine	<b>90 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>1 614.38 kWh/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>1.00</b>

<b>Dati tecnici</b>	
Superficie totale moduli	<b>80 329,16 m<sup>2</sup></b>
Numero totale moduli	<b>25 860</b>
Numero totale inverter	<b>6</b>
Energia totale annua	<b>32 026 239.54 kWh</b>
Potenza totale	<b>17 972.700 kW</b>
Potenza fase L1	<b>5 990.900 kW</b>
Potenza fase L2	<b>5 990.900 kW</b>
Potenza fase L3	<b>5 990.900 kW</b>
Energia per kW	<b>1 781.94 kWh/kW</b>
Sistema di accumulo	<b>Assente</b>
Capacità di accumulo utile	-
BOS	<b>84.10 %</b>

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

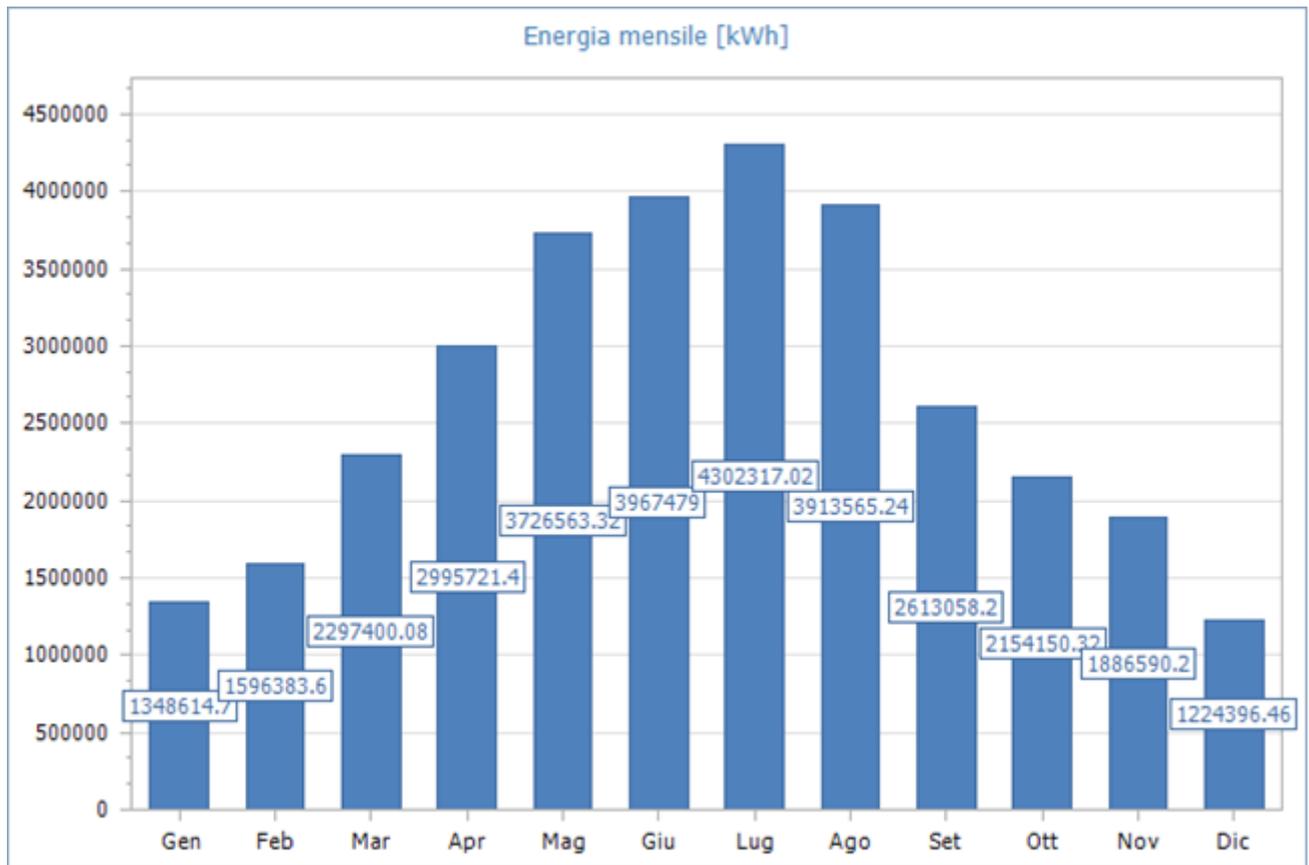


FIG. 36 - ENERGIA MENSILE PRODOTTA DALL'IMPIANTO

## 15. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Per la realizzazione del progetto in esame, si procederà alle fasi di lavoro di seguito descritte.

### Campo fotovoltaico

- Spietramento dell'area, consistente nella eliminazione del pietrame di varia pezzatura presente nel terreno agrario e i massi erratici presenti sulla sua superficie da eseguirsi con mezzi meccanici terna, ruspa etc.;
- trinciatura dei residui colturali che consiste nello sminuzzamento meccanico, eseguito con apposite macchine operatrici, di stoppie, residui di potatura, vegetazione infestante e di qualsiasi altro materiale organico presente sulla superficie del terreno<sup>7</sup>
- formazione dei percorsi carrabili di servizio alle aree delle Power Station e/o cabine procedendo allo scotico, quindi al livellamento del terreno con misto di cava; saranno utilizzati un escavatore ed un camion per il carico e scarico dei materiali utilizzati: Il materiale rimosso sarà abbancato in aree interne al perimetro del cantiere, che saranno preventivamente delimitate, per essere successivamente riutilizzate in sito nella fascia verde perimetrale.
- Realizzazione, per le tre aree di cantiere coincidenti con il perimetro delle aree dell'impianto FV, di una recinzione perimetrale, costituita da pannelli modulari in rete elettrosaldata a maglie rettangolari e montanti in tubolari zincati verniciati colore verde muschio, e dei cancelli di accesso;
- Installazione dell'impianto antintrusione, su pali tubolari di 4,5m di altezza, costituito da telecamere e illuminatori a infrarosso.
- Trasporto in cantiere e stoccaggio nelle aree all'uopo identificate e perimetrate, delle strutture di acciaio, pannelli fotovoltaici, quadri Power Station ed ogni altra componente impiantistica necessaria alla realizzazione dell'impianto
- Picchettatura delle strutture di sostegno e realizzazione dei cavidotti interrati, di BT ed MT;
- Infissione dei pali di fondazione, costituiti da profilati in acciaio opportunamente dimensionati;
- Montaggio sulla testa dei pali infissi degli inseguitori solari, tracker, costituiti da una trave orizzontale continua che ha la possibilità di ruotare intorno al proprio asse grazie a dei sistemi supporto rotante posti in testa ai pali stessi; lungo la trave principale sono fissati gli arcarecci, sui quali vengono a loro volta fissati i moduli fotovoltaici;
- Montaggio dei moduli fotovoltaici, dei quadri elettrici e loro cablaggio;
- Realizzazione del fosso di guardia perimetrale, sistemazione della fascia verde di mitigazione procedendo alla piantumazione delle essenze arboree/arbustive previste ed all'inerbimento delle aree libere.

### Linea di connessione in MT

- Esecuzione del cavidotto interrato in MT di collegamento alla S.E. di connessione alla RTN procedendo a:
  - I confinamento delle fasce di lavoro, con rete in pvc e nastro;
  - scavo della trincea;

- predisposizione dei pozzetti per le giunzioni
- posa dei cavi
- ricoprimento delle linee e ripristino delle condizioni superficiali (area verde, strade bianche o asfaltate).

Allo scopo di contenere i disagi per il traffico locale si procederà allo scavo per segmenti successivi avendo cura di limitare al massimo l'occupazione della sezione stradale. Gli scavi saranno segnalati e protetti con nastro segnaletico e rete in pvc. Iper garantire gli attraversamenti saranno utilizzate lastre di acciaio o in c.a. adeguatamente dimensionate. In punti di particolare criticità (attraversamenti strada provinciale, metanodotto e altri sottoservizi), si procederà con la tecnica no-dig che procedendo agli attraversamenti in sottopasso elimina l'insorgenza di interferenze con le infrastrutture, tecniche e stradali, superiori. I

#### Stazione elettrica

- Spietramento dell'area
- Scotico superficiale con abbancamento dei materiali in aree di cantiere specificatamente individuate, per essere successivamente riutilizzati nei riempimenti e nelle aree verdi o conferiti, nel rispetto delle norme vigenti, in siti esterni;
- Realizzazione della recinzione perimetrale, dell'impianto di illuminazione e di messa a terra
- Bonifica dello strato superficiale del terreno, procedendo per le aree in cui sono previsti manufatti, agli scavi di sbancamento e alla realizzazione di rilevati;
- Realizzazione delle fondazioni e dei cunicoli impianti
- Realizzazione sistemi di drenaggio
- Posa in sito prefabbricati e/o realizzazione edifici in struttura intelaiata in c.a.
- livellamento e compattazione delle fondazioni stradali, stesura e compattazione del conglomerato bituminoso
- installazione degli apparati tecnologici in MT e AT (quadri, trasformatori, sezionatori, sbarre, etc) e loro cablaggi

#### Opere di mitigazione

- Preparazione del terreno
- Espianto e ricollocazione ulivii;
- Messa a dimora di nuove piante
- Semina;
- Realizzazione impianto di irrigazione

### 15.1. TEMPI DI ESECUZIONE

Uno degli obiettivi del cronoprogramma è quello di determinare i tempi di esecuzione del lavoro tenendo anche conto dell'eventuale andamento stagionale sfavorevole. Dai calcoli effettuati, per I quali si rimanda all'elaborato FV252627-PD\_A\_0.1a\_Rel, è risultato che per la completa esecuzione dei lavori sono necessari 365 giorni naturali e consecutivi.

## 16. DISMISSIONE IMPIANTO

Si stima che la vita utile dell'impianto in progetto sia di 30 anni, prorogabili qualora le performance al termine di tale periodo siano sostenibili.

Al termine di tale periodo si provvederà alla dismissione di tutte le parti di impianto non utili alla successiva conduzione del fondo. Si prevede che non vengano rimosse solo la strada bianca interna all'impianto, essendo già presente in sito una trazzera, la fascia verde perimetrale e la zona tampone per il loro intrinseco valore paesaggistico e naturalistico, salvo diversa disposizione dell'Autorità Ambientale, e in sub-ordine del soggetto che utilizzerà successivamente il fondo.

Successivamente al definitivo distacco dell'impianto dalla RTN, si procederà quindi con le seguenti fasi di lavoro:

- individuazione delle aree di deposito provvisorio, presumibilmente in corrispondenza della radura in prossimità della cabina n. 3;
- smontaggio e deposito nell'apposita area dei pannelli fotovoltaici;
- disconnessione degli inverter e loro avvio a recupero;
- smontaggio e deposito nell'apposita area delle apparecchiature interne alle cabine elettriche;
- rimozione e deposito nell'apposita area dei cavi solari;
- Smontaggio e deposito dei corpi illuminanti e del sistema di videosorveglianza;
- rimozione e deposito nell'apposita area di tutte le opere in ferro (inseguitori, passerelle, pali e loro fondazioni, etc);
- estrazione dei cavi dai cavidotti interrati e loro deposito nell'area predefinita;
- rimozione e deposito nell'apposita area di cavidotti e pozzetti;
- rimozione e deposito nell'area cavi della corda di rame dell'impianto di terra;
- rimozione delle cabine elettriche e conferimento a discarica inerti;
- rimozione della recinzione perimetrale, depositando i materiali separatamente per tipologia;
- conferimento di tutte le apparecchiature e materiali elettrici, dei rottami ferrosi, dei materiali plastici e degli scarti di legno a centri autorizzati di riciclaggio o smaltimento

Si procederà infine al ripristino del sito provvedendo al decespugliamento e quindi con un ciclo di dissodamento superficiale, semina e costipamento post semina.

### 16.1. Deposito temporaneo



**FIG. 37 - SCHEMA DEPOSITO TEMPORANEO**

I materiali derivanti dalla dismissione saranno avviati direttamente agli impianti di trattamento nel caso della demolizione dei box prefabbricati delle cabine elettriche, per gli altri materiali, si prevede possano essere temporaneamente depositati nell'area dell'impianto in prossimità della cabina elettrica n. 3, conformemente alle disposizioni di cui all'art. 183, comma 1 lett bb che:

- definisce “deposito temporaneo” il raggruppamento dei rifiuti e il deposito preliminare alla raccolta ai fini del trasporto di detti rifiuti in un impianto di trattamento, effettuati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti.
- Prescrive che il “deposito temporaneo” deve essere effettuato per categorie omogenee di rifiuti e nel rispetto delle relative norme tecniche.

Tutte le aree di deposito ed i contenitori saranno opportunamente contrassegnati con etichette o targhe riportanti il codice CER e una descrizione sintetica dei materiali conferibili.

I rifiuti saranno raccolti ed avviati alle operazioni di recupero secondo una delle seguenti modalità alternative:

- con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito;
- quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi

Sebbene si preveda che l'attività di decommissioning abbia una durata massima di circa 6 mesi, qualora essa subisse sospensioni, in ogni caso il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno.

#### Classificazione dei rifiuti

Dalle fasi di lavoro sopra descritte emerge come gli elementi essenziali costituenti un impianto fotovoltaico siano, in fase di dismissione, così classificabili secondo la codifica CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti):

CER	Descrizione	Op. di recupero
16 02 14	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)	R3 – R4 - R13
17 01 01	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)	R13 – R10 - R5
17 02 03	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici, pozzetti, etc)	R3 - R13
17 04 05	Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici)	R4 - R13
17 04 11	Cavi	R3 – R4 – R13
17 02 01	Legno	R3 - R13
17.05.04	Terre e rocce provenienti da scavo	R10 - R5

Dove i codici delle operazioni di recupero secondo l'Allegato C alla parte IV del D.lgs 152/2006 indicano:

R3 Riciclaggio/recupero delle sostanze organiche non utilizzate come solventi (comprese le operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche)(5)

R4 Riciclaggio/recupero dei metalli e dei composti metallici

R5 Riciclaggio/recupero di altre sostanze inorganiche(6)

R10 Trattamento in ambiente terrestre a beneficio dell'agricoltura o dell'ecologia

R13 Messa in riserva di rifiuti per sottoporli a una delle operazioni indicate nei punti da R1 a R12

## 16.2. Raccolta, trasporto e destinazione dei rifiuti

La raccolta ed il conferimento dei rifiuti presso i centri autorizzati sarà affidato a imprese specializzate al fine di garantirne, nel rispetto dei dettami del D.lgs 152/06, la tracciabilità fino alla destinazione finale ed assicurare il rispetto degli obblighi relativi alla tenuta dei registri di carico e scarico nonché del formulario di identificazione.

Particolare attenzione si dovrà prestare alla gestione dei pannelli fotovoltaici, degli inverter e di tutte le altre apparecchiature elettriche.

Il D.lgs 49/14, "Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)", all'art. 4 comma 1 definisce:

- 'rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche' o 'RAEE': le apparecchiature elettriche o elettroniche che sono rifiuti ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), del D.lgs 152/06, inclusi tutti i componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo che sono parte integrante del prodotto al momento in cui il detentore si disfi, abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsene;
- 'RAEE professionali': i RAEE diversi da quelli provenienti dai nuclei domestici ;

La gestione dei RAEE deve privilegiare le operazioni di riutilizzo e preparazione per il riutilizzo dei RAEE, dei loro componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo in attuazione dei principi di precauzione e prevenzione, e al fine di consentire un efficiente utilizzo delle risorse.

Il finanziamento delle operazioni di raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dei RAEE professionali originati da apparecchiature elettriche ed elettroniche immesse sul mercato dopo il 13 agosto 2005 è a carico del produttore.

Ai sensi dell'art. 13 dello stesso D.lgs 49/14 i produttori, individualmente o attraverso i sistemi collettivi cui aderiscono, organizzano e gestiscono sistemi di raccolta differenziata dei RAEE professionali, sostenendone i relativi costi, per prioritariamente avviarli ai centri accreditati di preparazione per il riutilizzo, costituiti in conformità alle disposizioni di cui all'articolo 180-bis, comma 2, del D.lgs 152/06.

### 16.3. OPERAZIONI DI RECUPERO

Di seguito si riportano le possibili attività di recupero per i rifiuti come sopra classificati conformi all'Allegato 1 del D.M. 5 febbraio 1998.

16 02 14 Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)

1 Attività di recupero

- a) separazione dei componenti contenenti metalli preziosi; pirotrattamento, macinazione e fusione delle ceneri, raffinazione per via idrometallurgica [R4];
- b) macinazione e granulazione della gomma e della frazione plastica e recupero nell'industria delle materie plastiche [R3].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

- c) metalli preziosi e altri metalli ferrosi e non ferrosi nelle forme usualmente commercializzate;
- d) prodotti plastici e in gomma nelle forme usualmente commercializzate.

2 Attività di recupero

- e) disassemblaggio per separazione dei componenti riutilizzabili [R4];

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

- f) componenti elettrici ed elettronici nelle forme usualmente commercializzate.

3 Attività di recupero

messa in riserva di rifiuti [R13] con asportazione di eventuali batterie e pile; disassemblaggio delle carcasse, dei cablaggi elettrici e delle schede elettroniche; separazione delle componenti di plastica, gomma, ecc., laddove non strutturalmente vincolati con il resto della struttura; frantumazione e separazione delle parti metalliche da quelle non metalliche; macinazione e granulazione della frazione costituita da gomma e della frazione plastica per sottoporle alle operazioni di recupero nell'industria delle materie plastiche e della gomma [R3] e per sottoporre i rifiuti metallici all'operazione di recupero nell'industria metallurgica [R4].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

metalli ferrosi e non ferrosi nelle forme usualmente commercializzate; prodotti e materiali plastici e in gomma nelle forme usualmente commercializzate.

17 01 01 Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)

1 Attività di recupero

- g) messa in riserva di rifiuti inerti [R13] per la produzione di materie prime secondarie per l'edilizia, mediante fasi meccaniche e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione

granulometrica e separazione della frazione metallica e delle frazioni indesiderate per l'ottenimento di frazioni inerti di natura lapidea a granulometria idonea e selezionata, con eluato del test di cessione conforme a quanto previsto in allegato 3 al presente decreto [R5];

- h) utilizzo per recuperi ambientali previo trattamento di cui al punto a) (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto [R10];
- i) utilizzo per la realizzazione di rilevati e sottofondi stradali e ferroviari e aeroportuali, piazzali industriali previo trattamento di cui al punto a) (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto [R5].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

materie prime secondarie per l'edilizia con caratteristiche conformi all'allegato C della circolare del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio 15 luglio 2005, n. UL/2005/5205.

#### 17 02 03 Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)

##### 1 Attività di recupero

messa in riserva [R13] per la produzione di materie prime secondarie per l'industria delle materie plastiche, mediante asportazione delle sostanze estranee (qualora presenti), trattamento per l'ottenimento di materiali plastici conformi alle specifiche Uniplast-Uni 10667 e per la produzione di prodotti in plastica nelle forme usualmente commercializzate[R3].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

materie prime secondarie conformi alle specifiche UniPLAST-Uni 10667 e prodotti in plastica nelle forme usualmente commercializzate.

##### 2 Attività di recupero

produzione di combustibile derivato da rifiuti (CDR) conformi alle norme tecniche UNI 9903-1 [R3] ottenuto attraverso cicli di lavorazione che ne garantiscano un adeguato potere calorifico, riducano la presenza di materiale metallico, vetri, inerti, materiale putrescibile, contenuto di umidità e di sostanze pericolose in particolare ai fini della combustione; selezione, triturazione, vagliatura e/o trattamento fisico meccanico (presso estrusione) ed eventuali trattamenti di essiccamento, addensamento e pellettizzazione. Le fasi di ricevimento, stoccaggio, selezione dei rifiuti e produzione di CDR devono avvenire in ambiente chiuso, i punti di emissione in atmosfera devono essere dotati di sistemi per minimizzare gli odori che utilizzino le migliori tecnologie disponibili e di idonei impianti per l'abbattimento degli altri inquinanti fino ai limiti di emissione del Dpr 24 maggio 1988, n. 203. Per le polveri il limite è fissato a 10 mg/Nm<sup>3</sup>. Le aree di ricevimento, stoccaggio, eventuale selezione e produzione di CDR, comprese quelle eventuali per l'essiccamento e l'addensamento del rifiuto devono disporre di pavimentazione impermeabilizzata e di sistemi di raccolta di eventuale percolato. L'impianto deve disporre di aree separate per lo stoccaggio delle frazioni di rifiuti risultanti dalle eventuali operazioni di selezione. L'area dell'impianto deve essere recintata.

#### 17 04 05 Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici)

## 1 Attività di recupero

- j) recupero diretto in impianti metallurgici [R4];
- k) recupero diretto nell'industria chimica. [R4];
- l) messa in riserva [R13] per la produzione di materia prima secondaria per l'industria metallurgica mediante selezione eventuale, trattamento a secco o a umido per l'eliminazione di materiali e/o sostanze estranee in conformità alle seguenti caratteristiche [R4]:
  - oli e grassi <0,1% in peso PCB e PCT <25 ppb,
  - Inerti, metalli non ferrosi, plastiche, altri materiali indesiderati max 1% in peso come somma totale solventi organici <0,1% in peso;
  - polveri con granulometria <10  $\mu$  non superiori al 10% in peso delle polveri totali; non radioattivo ai sensi del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230;
  - non devono essere presenti contenitori chiusi o non sufficientemente aperti, né materiali pericolosi e/o esplosivi e/o armi da fuoco intere o in pezzi.

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti

- m) metalli ferrosi o leghe nelle forme usualmente commercializzate;
- n) sali inorganici di ferro nelle forme usualmente commercializzate;
- o) materia prima secondaria per l'industria metallurgica conforme alle specifiche CECA, AISI, CAEF e Uni.

## 17 04 11 Cavi

## 1 Per cavi in alluminio o rame; attività di recupero:

- p) messa in riserva [R13] con lavorazione meccanica (cesoiatura, triturazione, separazione magnetica, vibrovagliatura e separazione densimetrica) per asportazione del rivestimento, macinazione e granulazione della gomma e della frazione plastica, granulazione della frazione metallica per sottoporla all'operazione di recupero nell'industria metallurgica [R4] e recupero della frazione plastica nell'industria delle materie plastiche [R3]..
- q) pirotrattamento per asportazione del rivestimento e successivo recupero nell'industria metallurgica [R4].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:

alluminio o rame e piombo nelle forme usualmente commercializzate, prodotti plastici e in gomma nelle forme usualmente commercializzate.

## 2 Per fibra ottica; attività di recupero:

- r) messa in riserva di rifiuti [R13] con macinazione e/o granulazione dei materiali polimerici per sottoporli all'operazione di recupero nell'industria della trasformazione delle materie plastiche [R3];
- s) messa in riserva di rifiuti [R13] con macinazione e/o granulazione del cavo e successiva separazione elettrostatica dei materiali plastici dai metallici; eventuale secondo trattamento elettrostatico per i polimeri per separare ogni traccia dei metalli per sottoporli alle operazioni di

recupero nell'industria di trasformazione delle materie plastiche [R3] e recupero nell'industria metallurgica [R4];

- t) messa in riserva di rifiuti [R13] con separazione fisica del materiale plastico dal metallico; cesoiatura, triturazione, vibrovagliatura e separazione densimetrica dei metalli e granulazione dei polimeri; oppure cesoiatura e triturazione del cavo intero, separazione magnetica (per i ferrosi) e in seguito separazione a corrente indotta sia per i metalli (non ferrosi) che per i polimeri per sottoporre i rifiuti così ottenuti alle operazioni di recupero nell'industria di trasformazione delle materie plastiche [R3] e recupero nell'industria metallurgica [R4].

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:

manufatti in plastica nelle forme usualmente commercializzate; metalli e leghe nelle forme usualmente commercializzate

#### 17 02 01 Legno

Attività di recupero:

- u) messa in riserva di rifiuti di legno [R13] con lavaggio eventuale, cernita, adeguamento volumetrico o cippatura per sottoporli alle seguenti operazioni di recupero [R3]:
- v) recupero nell'industria della falegnameria e carpenteria [R3];
- w) recupero nell'industria cartaria [R3];
- x) recupero nell'industria del pannello di legno [R3];

Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:

- y) manufatti a base legno e sughero nelle forme usualmente commercializzate;
- z) pasta di carta e carta nelle forme usualmente commercializzate;
- aa) pannelli nelle forme usualmente commercializzate.

**16.4. Cronoprogramma delle attività di dismissione**

Si prevede che le operazioni dismissione e smaltimento dell'Impianto fotovoltaico nonché di ripristino delle aree, avranno una durata complessiva non superiore a 6 mesi.

ID	Nome attività	Durata	Importo	Mese																					
				Mese 1	Mese 2	Mese 3			Mese 4			Mese 5			Mese 6										
				s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10	s11	s12	s13	s14	s15	s16	s17	s18	s19	s20	s21	s22
1	<b>Lavori a MISURA</b>	92 g	986'997,50	[Gantt bar from s1 to s22]																					
2	<b>Scavi e rimozioni</b>	72 g	99'082,27	[Gantt bar from s1 to s22]																					
3	Scavo a sezione obbligata, per qualsiasi finalità, ... di escavazione di adeguata potenza non inferiore ai...	17 g	26'841,26	[Gantt bar from s3 to s19]																					
4	Compenso per rinterro o ricolmo degli scavi di cui agli a ... meccanici che manuali - per ogni m³ di materi...	6 g	20'816,77	[Gantt bar from s3 to s8]																					
5	Demolizione vuoto per pieno di fabbricati o residui di f ... ca, da compensarsi a parte. - per ogni m³ vuoto ...	1 g	686,56	[Gantt bar at s3]																					
6	Trasporto alle pubbliche discariche del comune in cui si ... ssone, esclusi gli oneri di conferiment...	1 g	873,60	[Gantt bar at s3]																					
7	Scavo di sbancamento per qualsiasi finalità, per lavori d ... di escavazione di adeguata potenza non inferiore...	5 g	44'229,12	[Gantt bar from s15 to s19]																					
8	trasporto di materie, provenienti da scavi - demolizioni, ... - 1.4.1.2 - 1.4.2.2 -1.4.3 eseguiti in amb...	5 g	5'634,96	[Gantt bar from s15 to s19]																					
9	<b>Rimozione cavidotti</b>	27 g	72'736,19	[Gantt bar from s3 to s29]																					
10	Rimozione cavidotto corrugato doppia parete D=50mm, posta ... era, escluso lo scavo computato a parte 2,67...	22 g	33'989,20	[Gantt bar from s3 to s25]																					
11	Rimozione cavidotto corrugato doppia parete D=110mm, post ... a per la posa in opera, escluso...	6 g	10'738,00	[Gantt bar from s4 to s9]																					
12	Rimozione cavidotto corrugato doppia parete D=160mm, pos ... a per la posa in opera, escluso...	5 g	10'900,60	[Gantt bar from s5 to s9]																					
13	Rimozione i cavidotto corrugato doppia parete D=200mm, po ... a per la posa in opera, escluso...	3 g	12'350,00	[Gantt bar from s6 to s8]																					
14	Dismissione pozzetti incluso l'accatastamento in cantiere ... zzati con utensili di cantiere, autocarr...	14 g	4'758,39	[Gantt bar from s6 to s20]																					
15	<b>Dismissioni</b>	77 g	660'879,96	[Gantt bar from s1 to s22]																					
16	Dismissione pannelli fotovoltaici, incluso l'accatastamen ... su mezzo di trasporto e conferimento in cen...	69 g	166'538,40	[Gantt bar from s1 to s22]																					
17	Smontaggio quadri/string box dopo il sezionamento della l ... i con utensili di cantiere, autocarro e carre...	3 g	1'584,00	[Gantt bar at s1]																					
18	Smontaggio Power Station dopo il sezionamento della linea ... orei, attrezzati con utensili di cantiere, autoca...	8 g	16'675,92	[Gantt bar from s1 to s8]																					
19	Smontaggio apparecchiature elettriche interne alle cabine ... i con utensili di cantiere, autocarro e carre...	2 g	1'389,24	[Gantt bar at s1]																					
20	Rimozione cavo solare, posta pari al 33% del costo della ... raneamente i cavi posati nelle stesse canali...	16 g	33'066,19	[Gantt bar from s1 to s16]																					
21	Rimozione di opere in ferro quali travi, mensole e simili ... orto a rifiuto ed eventuali opere di riprist...	57 g	418'771,33	[Gantt bar from s1 to s22]																					
22	Estrazione cavi da cavidotti interrati con l'ausilio di ... rto ed il conferimento a centro di smaltime...	5 g	5'652,60	[Gantt bar from s1 to s5]																					
23	Rimozione di corda in rame nudo, posta pari al 50% del c ... posa, non dovendosi provvedere a giunzion...	14 g	17'202,28	[Gantt bar from s1 to s14]																					
24	Conferimento rifiuti a centri autorizzati per il riciclo/ smaltimento	70 g	0,00	[Gantt bar from s1 to s22]																					
25	<b>Rinaturalizzazione</b>	32 g	154'299,08	[Gantt bar from s11 to s22]																					
26	Rimozione recinzione perimetrale, prezzo pari al 20% del costo per nuova realizzazione	17 g	40'771,08	[Gantt bar from s11 to s22]																					
27	Decespugliamento di terreno con copertura della vegetazio ... trattrice di media potenza (59-89 Kw...	17 g	46'000,00	[Gantt bar from s11 to s22]																					
28	Dissodamento con mezzi meccanici in terreno di qualsiasi ... za alla profondità di 50-60 cm in prese...	17 g	44'528,00	[Gantt bar from s11 to s22]																					
29	Semina e concimazione eseguita con trattrice e seminatric ... base a fattura) - Trasporto, miscelazion...	7 g	5'520,00	[Gantt bar from s16 to s22]																					
30	Semina e concimazione eseguita con trattrice e seminatric ... ) - Acquisto di seme e concimi, mis...	6 g	13'800,00	[Gantt bar from s16 to s21]																					
31	Costipamento post semina, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattrice	7 g	3'680,00	[Gantt bar from s16 to s22]																					

COMMITTENTE: PORTELLI s.r.l.

## 16.5. COSTI DI DISMISSIONE

L'analisi dei costi deriva dalle seguenti considerazioni preliminari:

- Il recupero e lo smaltimento dei moduli saranno demandati ai produttori dei moduli, i quali potranno riciclare i materiali che compongono i moduli fotovoltaici (in particolare il film di silicio, riutilizzabile per la costruzione di nuove celle); per tale motivo il costo di smaltimento dei moduli è stato posto pari zero. Occorre anche considerare che quando l'impianto in questione sarà giunto a fine vita si registrerà la scarsa disponibilità di silicio e l'incremento del mercato legato al recupero dei moduli fotovoltaici per il recupero delle celle dato l'alto costo energetico ed economico della lavorazione di questo materiale. Non essendo ad oggi computabile, si considera comunque trascurabile l'eventuale ricavo derivabile dalla vendita dei moduli fotovoltaici usati.
- Lo smaltimento dell'acciaio proveniente dalle strutture di supporto dei moduli, dei pali dell'impianto di videosorveglianza ed antintrusione, della recinzione e dei cancelli è stato posto pari a zero, in quanto il materiale, differenziato al 100%, potrà essere venduto a fonderie per il suo completo riciclaggio. In questo caso, non essendo ad oggi computabile l'eventuale ricavo derivabile dalla vendita dell'acciaio usato si sceglie in via cautelativa di trascurarne l'eventuale ricavato.

La stessa considerazione fatta per i materiali ferrosi è estendibile anche ai cavi elettrici in rame e in alluminio usati essendo una tipologia di "rifiuto" facilmente rivendibile sul mercato.

I costi stimati per la dismissione e messa in ripristino dello stato dei luoghi ammontano a circa € 1.274.548,94 a cui corrisponde un costo parametrico per MWp di 70.926 €; i dettagli della stima sono contenuti nel Computo metrico allegato alla relazione FV252627-PD\_A\_10\_REL a cui si rimanda.

Il tecnico