

REGIONE SARDEGNA



PROVINCIA
DEL SUD SARDEGNA



COMUNE DI
SERRAMANNA



COMUNE DI
VILLASOR



REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO.

**PRODUZIONE AGRICOLA DA IMPIANTO INTENSIVO DI MELOGRANI E
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE
FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN VILLASOR E
SERRAMANNA – POTENZA 45,524 MWdc**

(Immissione in rete 38,532 MWac)

AU27 – RELAZIONE GENERALE

Committente:

VERDE 8 SRL

Il Tecnico		Revisioni	DATA
			
			Protocollo Iter Autorizzativo
Descrizione	Relazione Descrittiva		
Commessa	Villasor		

Indice

1. TITOLO DEL PROGETTO	4
1.1 Dati Generali.....	4
1.1.1 Dati del Proponente.....	4
1.1.2 Località di realizzazione dell'intervento.....	4
1.1.3 Destinazione d'uso	4
1.1.4 Dati catastali.....	4
1.1.5 Connessione	5
2. DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA.....	5
2.1 Risparmio di combustibile	7
2.2 Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive	7
2.3 Stima Produzione Impianto Agrivoltaico.....	8
3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO	21
3.1 Inquadramento Geografico e Territoriale.....	21
3.2 Inquadramento Geomorfologico dell'area	26
3.3 Inquadramento Idrografico e Idrogeologico.....	27
3.4 Inquadramento paesaggistico	28
3.4.1 Caratteristiche del paesaggio	28
3.4.2 Analisi dell'area vasta.....	29
3.4.3 Il paesaggio dell'area di impianto	30
4. DESCRIZIONE GENERALE.....	33
5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	35
6. FASI E TEMPI DI ESECUZIONE	36
7. OPERE CIVILI.....	37
7.1 Recinzione e cancello di ingresso	37
7.2 Viabilità Interna a carattere agricolo.....	39
7.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione	40
7.4 Mitigazione Perimetrale	41
7.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station)	42
7.6 Moduli Fotovoltaici	46
7.7 Strutture di Supporto.....	47
7.8 Cavidotti.....	49
7.9 Sistema di regimentazione delle acque.....	59
7.10 Trattamento del suolo	59
7.11 Trasporto di materiali	60
7.12 Uso di risorse.....	60
8. OPERE ELETTROMECCANICHE	61
8.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione).....	61
8.2 Inverter	64
8.3 Protezioni.....	66

8.4	Illuminazione.....	67
8.5	Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico.....	67
9.	INTERFERENZE.....	69
9.1	INTERFERENZE OPERE DI PROGETTO (CAVIDOTTO CONNESSIONE).....	69
9.1.1	Attraversamento con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)	70
9.2	INTERFERENZE CON LINEE AEREE	73
10.	MANUTENZIONE	74
11.	AGRICOLTURA IN SARDEGNA.....	75
11.1	Coltivazioni in Sardegna	76
11.2	Analisi dello stato di fatto	77
11.3	Coltivare il melograno (Punica granatum): quadro generale.....	78
11.4	Preparazione del sito	79
11.5	Considerazioni irrigue	80
11.6	Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico	82
11.7	Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers	82
11.8	Fascia Perimetrale di mitigazione	85
11.9	Fascia perimetrale di mitigazione.....	86
11.10	Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde.....	89
11.11	Controllo della vegetazione infestante	90
11.12	Sostituzioni fallanze.....	90
11.13	Pratiche di gestione irrigua	90
11.14	Difesa fitosanitaria.....	91
11.15	Potatura di contenimento e di formazione	91
11.16	Pratiche di fertilizzazione.....	92
11.17	Analisi dei costi impianto di melograno.....	92
11.18	Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione	93
12.	FORMA DI ALLEVAMENTO	94

1. TITOLO DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia della potenza di 45,524 MWp e in immissione di 38,532 MWac da realizzare nei Comuni di Serramanna e Villasor, provincia del Sud Sardegna.

1.1 Dati Generali

1.1.1 Dati del Proponente

Ragione Sociale: VERDE 8 SRL

Indirizzo: Milano (MI) – Via Mike Bongiorno, 13 – CAP 20124

Partita Iva: 02848960908

Indirizzo PEC: verde8srl@pec.buffetti.it

1.1.2 Località di realizzazione dell'intervento

Indirizzo:

- Località Mitza Porcedda – Comune di Serramanna (SU)
- Località Stradoni de Biddaxirdu – Comune di Villasor (SU)

1.1.3 Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

1.1.4 Dati catastali

L'impianto agrivoltaico e le opere connesse ricadono sulle seguenti particella catastali:

Comune di Serramanna:

- Fg.45 p.lle 337, 338, 339, 340, 341, 56, 67;
- Fg.54 p.lle 68, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 64, 60, 326, 324, 322, 320, 318, 316, 314, 595, 596, 598, 312, 705, 704, 307, 703, 306, 308, 309, 310, 498, 699, 452, 450, 305, 303, 55, 299, 296, 297, 298, 157, 436, 127, 665, 666, 668, 438, 667, 185, 45, 186;
- Fg. 42 p.lle 835, 557, 558, 559, 837, 222, 262, 263;

Comune di Villasor:

- Fg. 5 p.lle 15, 17, 12;
- Fg.21 p.lle 1, 159, 407, 467, 466, 446, 400, 401, 534, 440, 115, 116, 117, 442, 18, 373, 81, 375, 372, 434, 80, 436, 420, 435, 16, 422, 87, 437, 83, 84, 118, 119, 443, 445, 552, 553, 452sub2, 452sub5, 452sub6, 452sub7, 144, 146, 145, 151, 152, 477, 480, 484, 486, 394, 393, 395, 383, 24, 458, 461, 397, 460, 389, 563, 496, 130, 562sub1, 562sub2, 538, 535, 11;

-
- Fg.22 p.lle 365, 369, 352, 354, 113, 114, 374, 139, 216, 148, 226, 228, 271, 272, 183, 144, 186, 212, 211, 145, 128, 129, 214, 207, 208, 130, 131, 133, 103, 102, 101, 100, 99, 98, 97, 96, 95, 94, 92, 91, 90, 89, 83, 82, 273, 274, 275, 84, 378, 81, 238, 251, 123;
 - Fg.23 p.lle 96, 85, 84, 74, 73.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor, interessano le particelle del Comune di Villasor Fg.22 p.lle 378 e 81.

1.1.5 Connessione

Il progetto di connessione, associato al codice pratica 202001131 prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

Nel preventivo di connessione TERNA informa che al fine di razionalizzare l'uso delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il progetto della Stazione Elettrica MT/AT di impianto quindi prevederà la possibilità e lo spazio per ospitare altri Utenti/Produttori al fine di razionalizzare l'uso delle strutture di rete.

Il preventivo per la connessione è stato accettato in data 24/12/2020.

2. DESCRIZIONE DELLA FONTE UTILIZZATA

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

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

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

L'impianto agrivoltaico da installare consentirà di utilizzare una fonte rinnovabile per la produzione di energia elettrica con limitato impatto ambientale: l'impianto non produce emissioni sonore o di sostanze inquinanti. La realizzazione dell'impianto richiede il rilascio delle autorizzazioni e approvazioni urbanistiche ed architettoniche del caso.

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi FV sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali quali petrolio o carbone.

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente, l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (CO₂). La CO₂ é il principale responsabile dell'effetto serra, colpevole dei mutamenti climatici quali il riscaldamento del pianeta, la maggior presenza di uragani e l'avanzamento della desertificazione. Ogni kWh prodotto da un sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di CO₂. Considerando quindi una produzione media di circa 1920 kWh/kW(p) ed una vita media utile dell'impianto pari a 30 anni è facile ricavare stima dell'emissione di anidride carbonica evitata:

CO₂ (evitata) = (1920 * 45.524 * 30 * 0,53) / 1000 = 1.390.306 tonnellate di CO₂ circa.

Un impianto fotovoltaico è un impianto elettrico costituito essenzialmente dall'assemblaggio di più moduli fotovoltaici che sfruttano l'energia solare incidente per produrre energia elettrica mediante effetto fotovoltaico, della necessaria componente elettrica (cavi) ed elettronica (inverter) ed eventualmente di sistemi meccanici-automatici ad inseguimento solare.

Gli impianti fotovoltaici sono principalmente suddivisi in 2 categorie:

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

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

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

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

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

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

- Risparmio di combustibile;
- Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive.
- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

Relativamente ai vantaggi territoriali:

- Consolidamento del sedime agricolo
- Diminuzione dei fenomeni alluvionali

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

Considerando l'impianto agrivoltaico in progetto, l'energia stimata come produzione del primo anno risulta essere di circa **88.000 MWh**, e, considerando la perdita di efficienza annuale di 0,9%, possiamo considerare quanto segue in termini di attenzione per l'ambiente per il tempo di vita dell'impianto minimo di 20 anni.

2.1 Risparmio di combustibile

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

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

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

Risparmio di combustibile	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187
TEP risparmiate in un anno	16.456
TEP risparmiate in 20 anni	302.443,30

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

2.2 Emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive

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

Dato il parametro dell'energia prodotta indicata nella premessa del paragrafo, il contributo alle emissioni evitate in atmosfera di sostanze nocive, relativo all'impianto agrivoltaico in progetto, può essere valorizzato secondo la seguente tabella:

Emissioni evitate in atmosfera di	CO2	SO2	NOX	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474,0	0,373	0,427	0,014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41.712.000	32.824	37.576	1.232
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	766.621.462,33	603.269,63	690.606,25	22.642,83

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL

2.3 Stima Produzione Impianto Agrivoltaico

L'impianto sarà installato in un'area avente latitudine compresa tra 39.409294° e 39.389261°, longitudine compresa tra 8.862496° e 8.896497° ed altitudine variabile da 30 m a 50 m s.l.m., località con un irraggiamento medio annuo su superficie del modulo fotovoltaico installato su tracker di circa **2.100 kWh/m²**.

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ} MODULI = 0,585 \times 77.818 = 45.523,53 \text{ kWp}$$

La simulazione della producibilità del sito a titolo esemplificativo è stata redatta come segue:

PVsyst Report



Version 7.2.21

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Villasor - Serramanna

Variant: Nuova variante di simulazione

Unlimited Trackers with backtracking

System power: 45.52 MWp

Serramanna - Italia

Author

Ing Daniele Cavallo (Italy)



PVsyst V7.2.21
VCO, Simulation date:
28/11/22 10:52
with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
Variant: Nuova variante di simulazione

Ing Daniele Cavallo (Italy)

Project summary

Geographical Site Serramanna Italia	Situation Latitude 39.39 °N Longitude 8.87 °E Altitude 36 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Serramanna Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=36% - Sintetico		

System summary

Grid-Connected System	Unlimited Trackers with backtracking	
PV Field Orientation Orientation Tracking horizontal axis	Tracking algorithm Astronomic calculation Backtracking activated	Near Shadings No Shadings
System information PV Array Nb. of modules 77818 units Pnom total 45.52 MWp	Inverters Nb. of units 11 units Pnom total 40.14 MWac Grid power limit 38.53 MWac Grid lim. Pnom ratio 1.181	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy	87.56 GWh/year	Specific production	1923 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	91.48 %
-----------------	----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	8
Main results	9
Loss diagram	10
Special graphs	11
P50 - P90 evaluation	12
Cost of the system	13
CO ₂ Emission Balance	14



PVsyst V7.2.21
 VC0, Simulation date:
 28/11/22 10:52
 with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
Variant: Nuova variante di simulazione

Ing Daniele Cavallo (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Unlimited Trackers with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	
Orientation	Tracking horizontal axis	Astronomic calculation	Backtracking array
		Backtracking activated	Nb. of trackers 50 units
			Unlimited trackers
			Sizes
			Tracker Spacing 5.50 m
			Collector width 2.41 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 43.8 %
			Phi min / max. +/- 52.0 °
			Backtracking strategy
			Phi limits +/- 63.8 °
			Backtracking pitch 5.50 m
			Backtracking width 2.41 m
Models used		Near Shadings	
Transposition	Perez	No Shadings	User's needs
Diffuse	Perez, Meteorom		Unlimited load (grid)
Circumsolar	separate		
Horizon		Horizon	
Average Height	1.3 °		
Bifacial system		Bifacial model definitions	
Model	2D Calculation unlimited trackers	Ground albedo	0.30
Bifacial model geometry		Bifaciality factor	71 %
Tracker Spacing	5.50 m	Rear shading factor	5.0 %
Tracker width	2.41 m	Rear mismatch loss	10.0 %
GCR	43.8 %	Shed transparent fraction	0.0 %
Axis height above ground	2.10 m		
Grid power limitation			
Active Power	38.53 MWac		
Pnom ratio	1.181		

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM585M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 2660 UP_1.2_prelim
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	585 Wp	Unit Nom. Power	2667 kWac
Number of PV modules	10010 units	Number of inverters	2 units
Nominal (STC)	5856 kWp	Total power	5334 kWac
Array #1 - C01		Array #1 - C01	
Number of PV modules	4888 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	2859 kWp	Total power	2667 kWac
Modules	188 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		At operating cond. (50°C)	
Pmpp	2609 kWp	Operating voltage	880-1325 V
U mpp	1052 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.07
I mpp	2480 A		



PVsyst V7.2.21
 VCO, Simulation date:
 28/11/22 10:52
 with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
 Variant: Nuova variante di simulazione
 Ing Daniele Cavallo (Italy)

PV Array Characteristics

Array #5 - C05			
Number of PV modules	5122 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	2996 kWp	Total power	2667 kWac
Modules	197 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	2734 kWp	Operating voltage	880-1325 V
U mpp	1052 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.12
I mpp	2599 A		
Array #2 - C02			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM585M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 4600 UP_1.2_prelim
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	585 Wp	Unit Nom. Power	4600 kWac
Number of PV modules	8710 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	5095 kWp	Total power	4600 kWac
Modules	335 Strings x 26 In series	Operating voltage	1003-1325 V
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	4650 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.11
U mpp	1052 V		
I mpp	4419 A		
PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM585M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 3060 UP_1.2_prelim
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	585 Wp	Unit Nom. Power	3067 kWac
Number of PV modules	17966 units	Number of inverters	3 units
Nominal (STC)	10.51 MWp	Total power	9201 kWac
Array #3 - C03			
Number of PV modules	5980 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3498 kWp	Total power	3067 kWac
Modules	230 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	3192 kWp	Operating voltage	1003-1325 V
U mpp	1052 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.14
I mpp	3034 A		
Array #6 - C06			
Number of PV modules	6006 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3514 kWp	Total power	3067 kWac
Modules	231 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	3206 kWp	Operating voltage	1003-1325 V
U mpp	1052 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
I mpp	3047 A		
Array #8 - C08			
Number of PV modules	5980 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	3498 kWp	Total power	3067 kWac
Modules	230 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)			
Pmpp	3192 kWp	Operating voltage	1003-1325 V
U mpp	1052 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.14
I mpp	3034 A		



PVsyst V7.2.21
 VC0, Simulation date:
 28/11/22 10:52
 with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
 Variant: Nuova variante di simulazione

Ing Daniele Cavallo (Italy)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM585M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 4200 UP_1.2_prelim
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	585 Wp	Unit Nom. Power	4200 kWac
Number of PV modules	32968 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	19.29 MWp	Total power	16800 kWac
Array #4 - C04			
Number of PV modules	8268 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4837 kWp	Total power	4200 kWac
Modules	318 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	921-1325 V
Pmpp	4414 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1052 V		
I mpp	4195 A		
Array #9 - C09			
Number of PV modules	8242 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4822 kWp	Total power	4200 kWac
Modules	317 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	921-1325 V
Pmpp	4400 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1052 V		
I mpp	4181 A		
Array #10 - C10			
Number of PV modules	8242 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4822 kWp	Total power	4200 kWac
Modules	317 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	921-1325 V
Pmpp	4400 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.15
U mpp	1052 V		
I mpp	4181 A		
Array #11 - C11			
Number of PV modules	8216 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4806 kWp	Total power	4200 kWac
Modules	316 Strings x 26 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	921-1325 V
Pmpp	4386 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.14
U mpp	1052 V		
I mpp	4168 A		
Array #7 - C07			
PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM585M-7RL4-TV	Model	Sunny Central 4200 UP (1)
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	585 Wp	Unit Nom. Power	4200 kWac
Number of PV modules	8164 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	4776 kWp	Total power	4200 kWac
Modules	314 Strings x 26 In series	Operating voltage	921-1325 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.14
Pmpp	4358 kWp		
U mpp	1052 V		
I mpp	4142 A		



PVsyst V7.2.21
 VCO, Simulation date:
 28/11/22 10:52
 with v7.2.21

Project: Villazor - Serramanna
 Variant: Nuova variante di simulazione
 Ing Daniele Cavallo (Italy)

PV Array Characteristics

Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	45524 kWp	Total power	40135 kWac
Total	77818 modules	Number of inverters	11 units
Module area	212760 m ²	Pnom ratio	1.13
Cell area	200425 m ²		

Array losses

Thermal Loss factor		LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss				
Module temperature according to irradiance		Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %			
Uc (const)	29.0 W/m ² K							
Uv (wind)	0.0 W/m ² K/m/s							
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss						
Loss Fraction	2.0 % at MPP	Loss Fraction	0.1 %					
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	32°	56°	60°	66°	72°	75°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	0.999	0.997	0.991	0.965	0.923	0.000

DC wiring losses

Global wiring resistance	0.44 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		
Array #1 - C01		Array #2 - C02	
Global array res.	7.0 mΩ	Global array res.	3.9 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #3 - C03		Array #4 - C04	
Global array res.	5.7 mΩ	Global array res.	4.1 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #5 - C05		Array #6 - C06	
Global array res.	6.7 mΩ	Global array res.	5.7 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #7 - C07		Array #8 - C08	
Global array res.	4.2 mΩ	Global array res.	5.7 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #9 - C09		Array #10 - C10	
Global array res.	4.2 mΩ	Global array res.	4.2 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #11 - C11			
Global array res.	4.2 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		

System losses

Auxiliaries loss	
constant (fans)	22.0 kW
22.0 kW from Power thresh.	



AC wiring losses

Inv. output line up to MV transfo

Inverter voltage 600 Vac tri
 Loss Fraction 0.01 % at STC

Inverter: Sunny Central 2660 UP_1.2_prelim

Wire section (1 Inv.) Alu 1 x 3 x 3000 mm²
 Wires length 10 m

Inverters: Sunny Central 4600 UP_1.2_prelim, Sunny Central 4200 UP_1.2_prelim, Sunny Central 4200 UP (1)

Wire section (6 Inv.) Alu 6 x 3 x 4000 mm²
 Average wires length 0 m

Inverters: Sunny Central 3060 UP_1.2_prelim, Sunny Central 2660 UP_1.2_prelim

Wire section (4 Inv.) Alu 4 x 3 x 2500 mm²
 Average wires length 0 m

MV line up to Injection

MV Voltage 30 kV
 Average loss Fraction 0.01 % at STC

Array #1 - C01

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 1000 m

Array #2 - C02

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #3 - C03

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #4 - C04

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #5 - C05

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #6 - C06

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #7 - C07

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #8 - C08

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #9 - C09

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #10 - C10

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

Array #11 - C11

Wires Alu 3 x 150 mm²
 Length 0 m

AC losses in transformers

MV transfo

Grid voltage 30 kV

Operating losses at STC

Nominal power at STC 2797 kVA
 Iron loss (night disconnect) 0.24 kW/Inv.
 Loss Fraction 0.10 % at STC
 Coils equivalent resistance 3 x 14.85 mΩ/inv.
 Loss Fraction 1.05 % at STC



PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
28/11/22 10:52
with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
Variant: Nuova variante di simulazione
Ing Daniele Cavallo (Italy)

Horizon definition

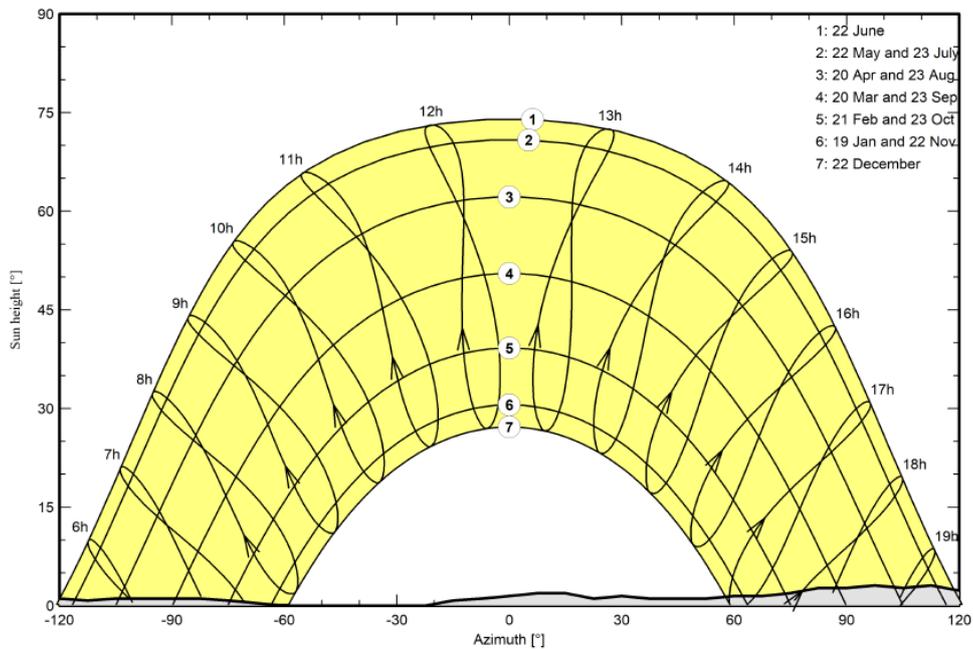
Horizon from PVGIS website API, Lat=39°23'25", Long=8°52'9", Alt=36m

Average Height 1.3 ° Albedo Factor 0.89
Diffuse Factor 0.98 Albedo Fraction 100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-165	-158	-120	-113	-105	-83	-75	-68	-60	-23
Height [°]	0.8	0.8	1.1	1.1	0.8	1.1	1.1	0.8	0.4	0.0	0.0
Azimuth [°]	-15	-8	0	8	15	23	30	38	53	60	68
Height [°]	0.8	1.1	1.5	1.9	1.9	1.1	1.5	1.1	1.1	1.5	1.5
Azimuth [°]	75	83	90	98	105	113	120	158	165	173	180
Height [°]	1.9	2.7	2.7	3.1	2.7	3.1	2.3	2.3	1.5	0.8	0.8

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)





Project: Villasor - Serramanna
 Variant: Nuova variante di simulazione

PVsyst V7.2.21
 VCO, Simulation date:
 28/1/22 10:52
 with v7.2.21

Ing Daniele Cavallo (Italy)

Main results

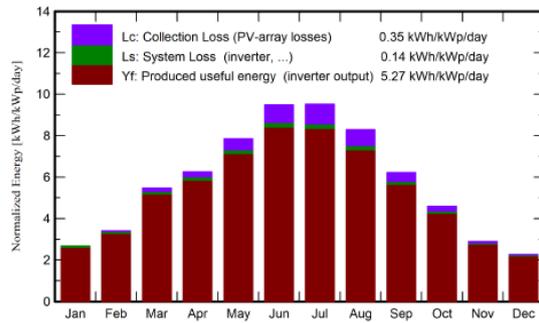
System Production

Produced Energy 87.56 GWh/year

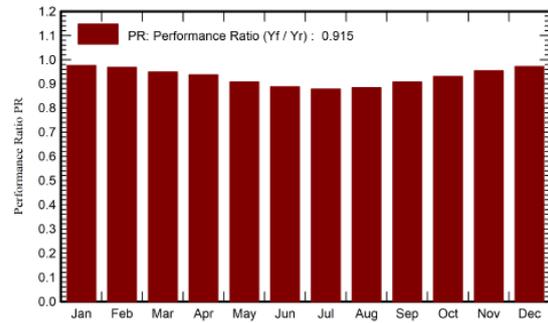
Specific production
 Performance Ratio PR

1923 kWh/kWp/year
 91.48 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	64.0	31.54	9.51	83.2	81.1	3.79	3.70	0.976
February	74.0	33.23	9.73	95.3	93.1	4.31	4.20	0.968
March	131.8	56.86	12.38	169.5	165.9	7.51	7.32	0.949
April	152.8	75.98	14.96	187.7	183.3	8.22	8.00	0.937
May	193.2	81.65	19.21	243.6	238.8	10.34	10.07	0.908
June	221.9	80.12	23.80	284.8	279.9	11.81	11.50	0.887
July	226.8	76.60	27.07	295.1	290.3	12.10	11.79	0.877
August	198.2	72.08	26.92	257.2	252.8	10.62	10.35	0.884
September	144.4	59.43	22.63	186.8	183.0	7.92	7.72	0.908
October	109.5	47.71	19.47	142.1	138.9	6.17	6.02	0.930
November	67.3	30.22	14.19	87.0	84.8	3.87	3.78	0.954
December	54.7	26.73	10.82	70.2	68.3	3.19	3.10	0.971
Year	1638.7	672.14	17.61	2102.5	2060.2	89.85	87.56	0.915

Legends

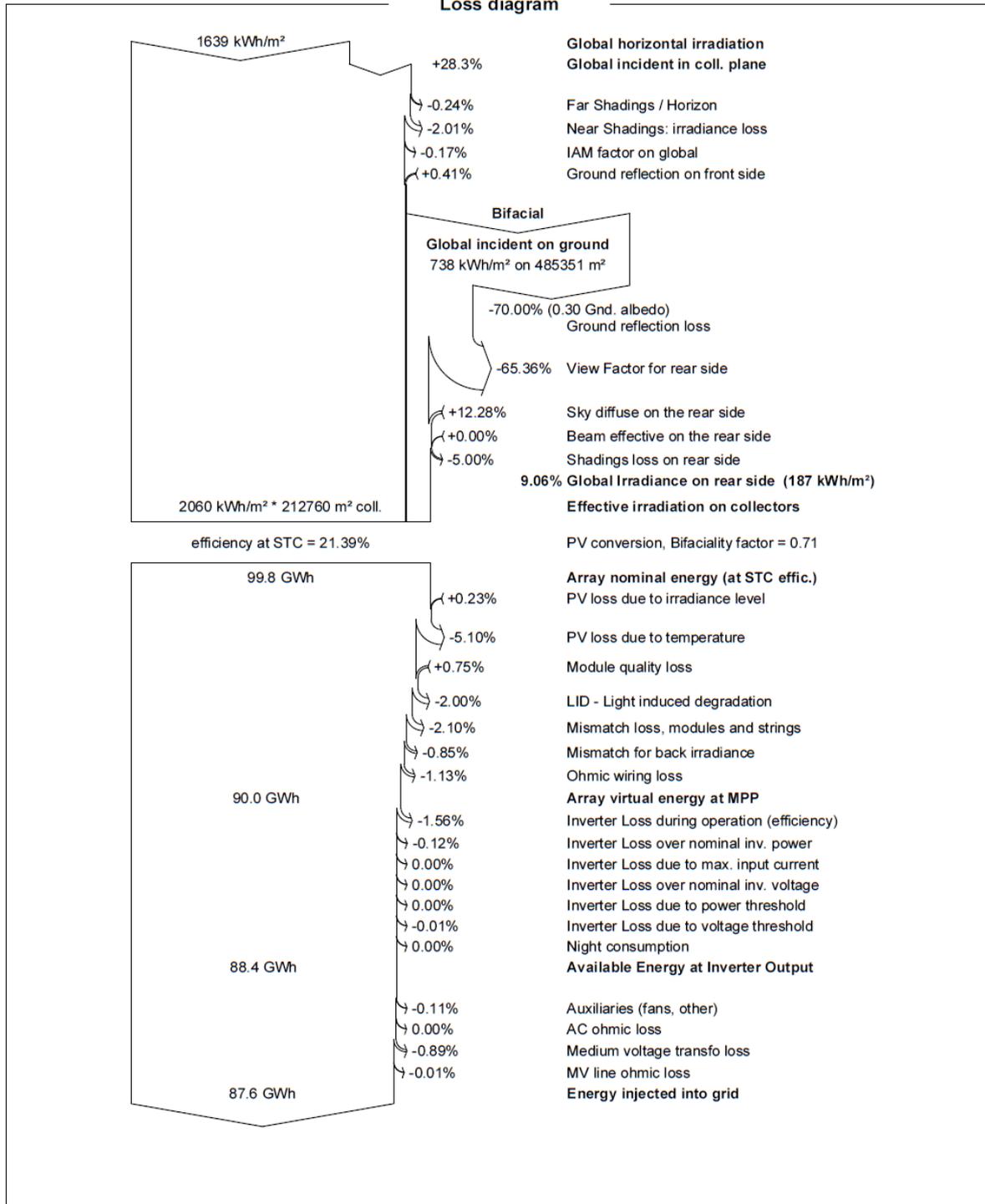
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



PVsyst V7.2.21
 VC0, Simulation date:
 28/11/22 10:52
 with v7.2.21

Project: Villazor - Serramanna
 Variant: Nuova variante di simulazione
 Ing Daniele Cavallo (Italy)

Loss diagram

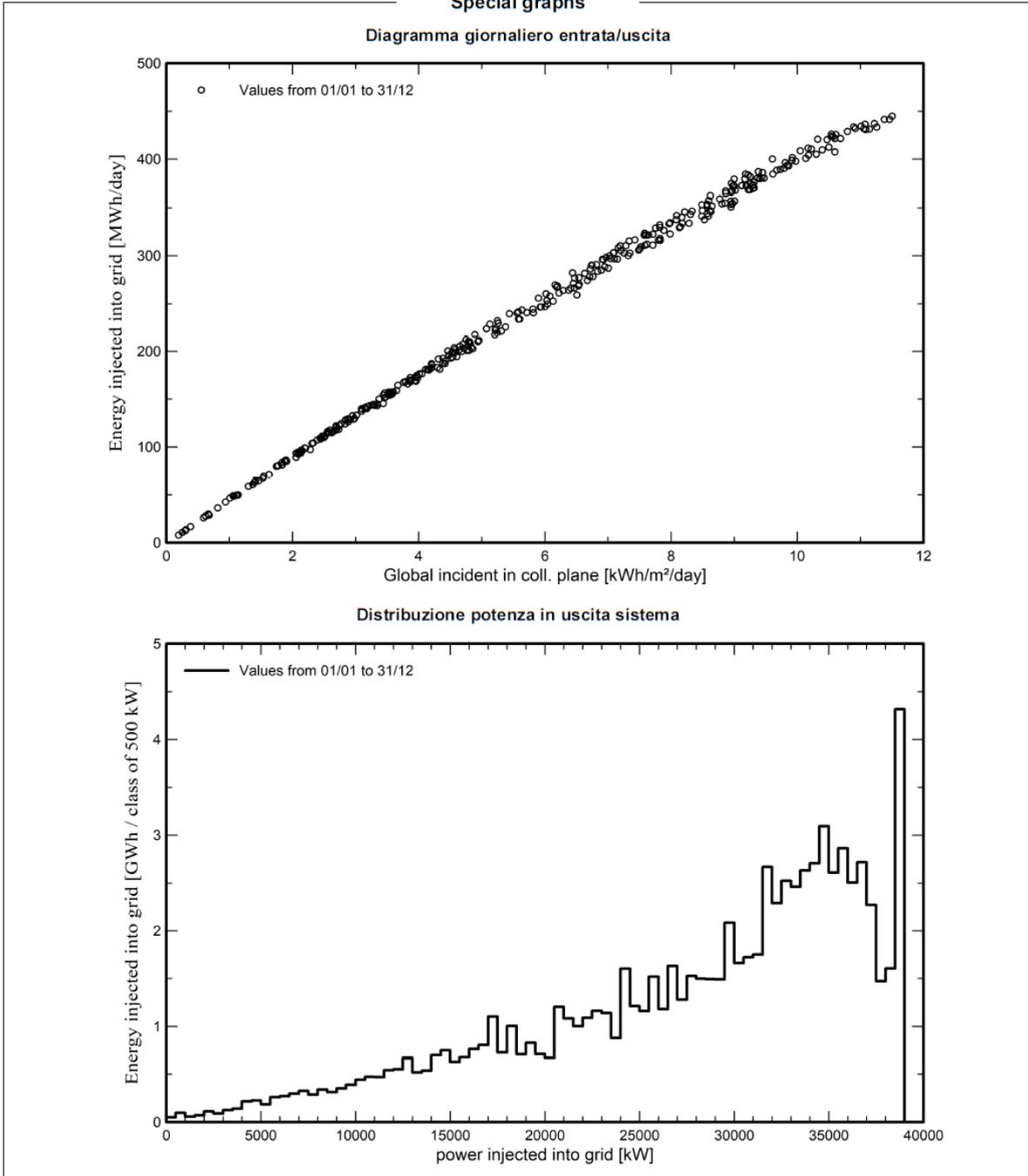




PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
28/11/22 10:52
with v7.2.21

Project: Villasor - Serramanna
Variant: Nuova variante di simulazione
Ing Daniele Cavallo (Italy)

Special graphs





PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
28/11/22 10:52
with v7.2.21

Ing Daniele Cavallo (Italy)

P50 - P90 evaluation

Meteo data

Source Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=36%
Kind TMY, multi-year
Year-to-year variability(Variance) 4.2 %
Specified Deviation
Climate change 0.0 %

Global variability (meteo + system)

Variability (Quadratic sum) 4.6 %

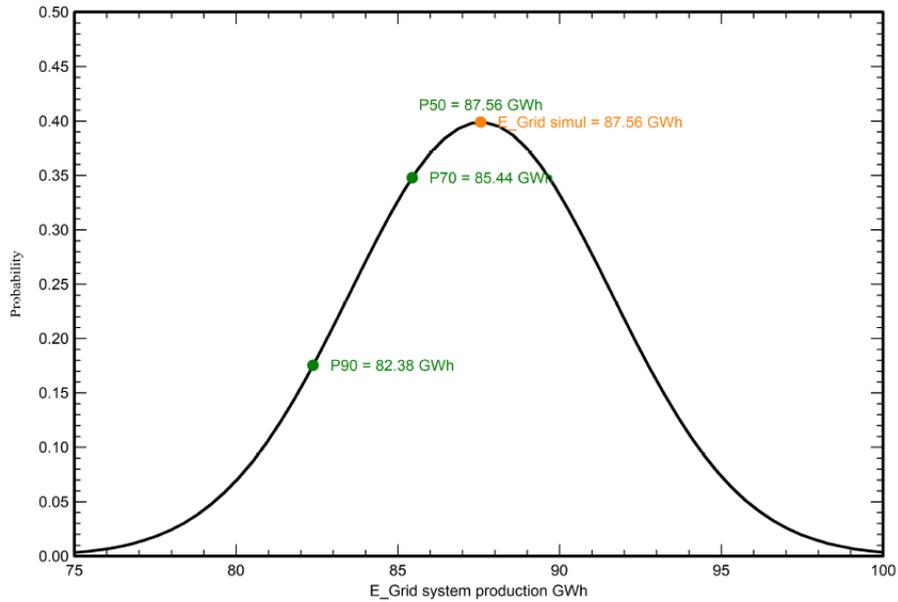
Simulation and parameters uncertainties

PV module modelling/parameters 1.0 %
Inverter efficiency uncertainty 0.5 %
Soiling and mismatch uncertainties 1.0 %
Degradation uncertainty 1.0 %

Annual production probability

Variability 4.04 GWh
P50 87.56 GWh
P90 82.38 GWh
P70 85.44 GWh

Probability distribution



3. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

3.1 Inquadramento Geografico e Territoriale

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade nel territorio comunale di Serramanna (SU) in Località Mitza Porcedda e nel territorio comunale di Villasor (SU) in località Stradoni de Biddaxirdu.

L'area è posizionata ad una distanza media di circa 4 km in direzione Sud-Ovest rispetto al nucleo urbano della città di Serramanna e ad una distanza media di circa 5 km in direzione Ovest rispetto al nucleo della città di Villasor.

L'area interessa dall'impianto è tagliata dalla Strada Statale 196 che collega Villasor al Comune di Villacidro.

Cartograficamente questa area è all'interno delle tavole CTR regionali alla scala 1:10.000 denominate Elemento n. 547150 ed Elemento n. 556030.

L'area interessata dal progetto è raggiungibili grazie ad una fitta rete di strade di vario ordine presenti in zona; tra queste l'arteria di collegamento più importante è costituita dalle SS196, oltre che da varie strade comunali che collegano le porzioni del campo agrivoltaico oggetto del presente studio.

L'area di impianto è a circa 3,5 km in direzione Ovest, distanti in linea aerea dalla Stazione Elettrica Utente SE.

I lotti verranno collegati alla SE Utente tramite un cavidotto interrato della lunghezza di circa 8.5 km.

La Stazione Elettrica Utente SE sarà collegata in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

Coordinate Geografiche Sito:

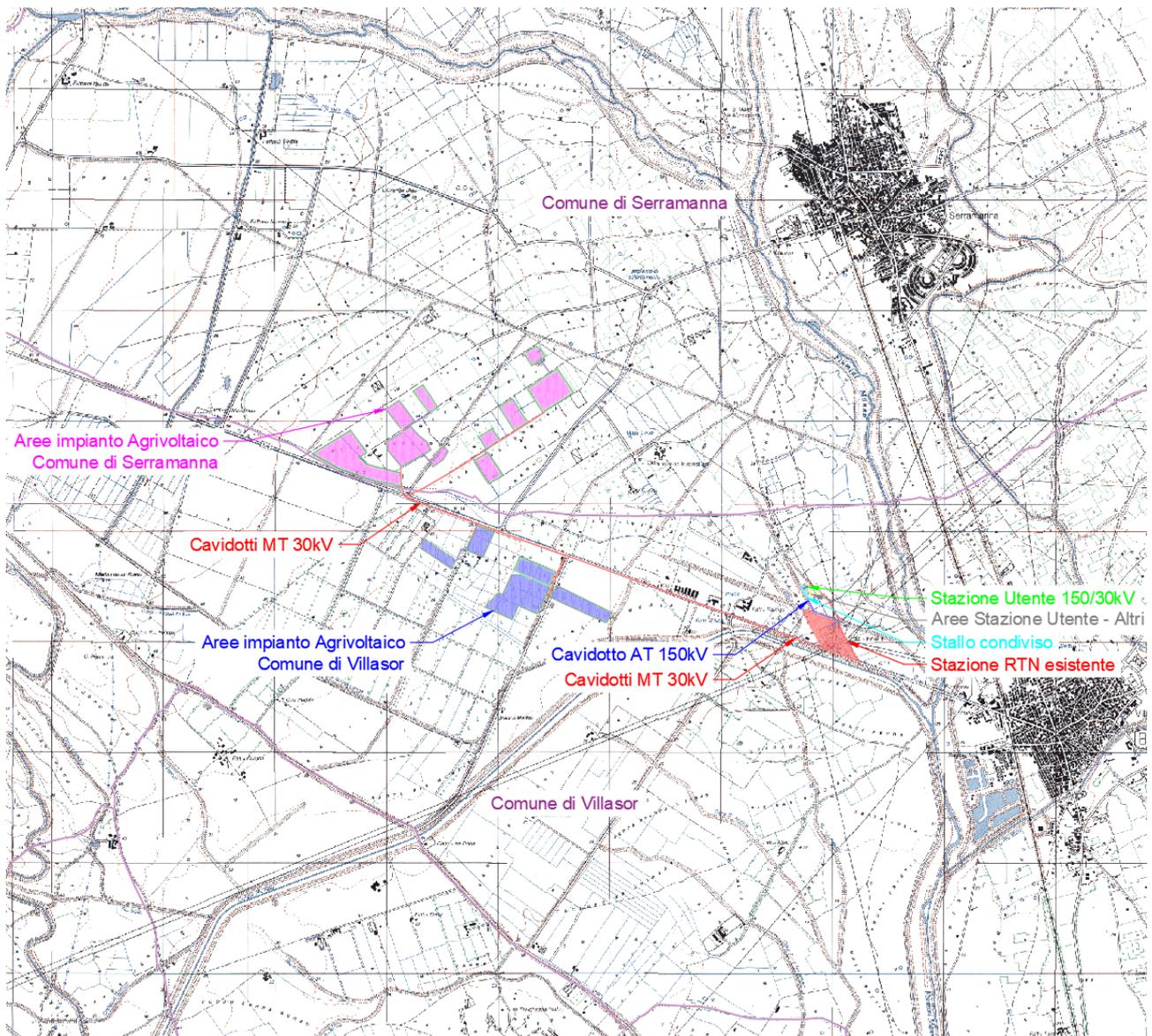
Lat.	39.409294°	-	Lat.	39.389261°
Long.	8.862496°	-	Long.	8.896497°

Coordinate Geografiche Stazione Elettrica connessione:

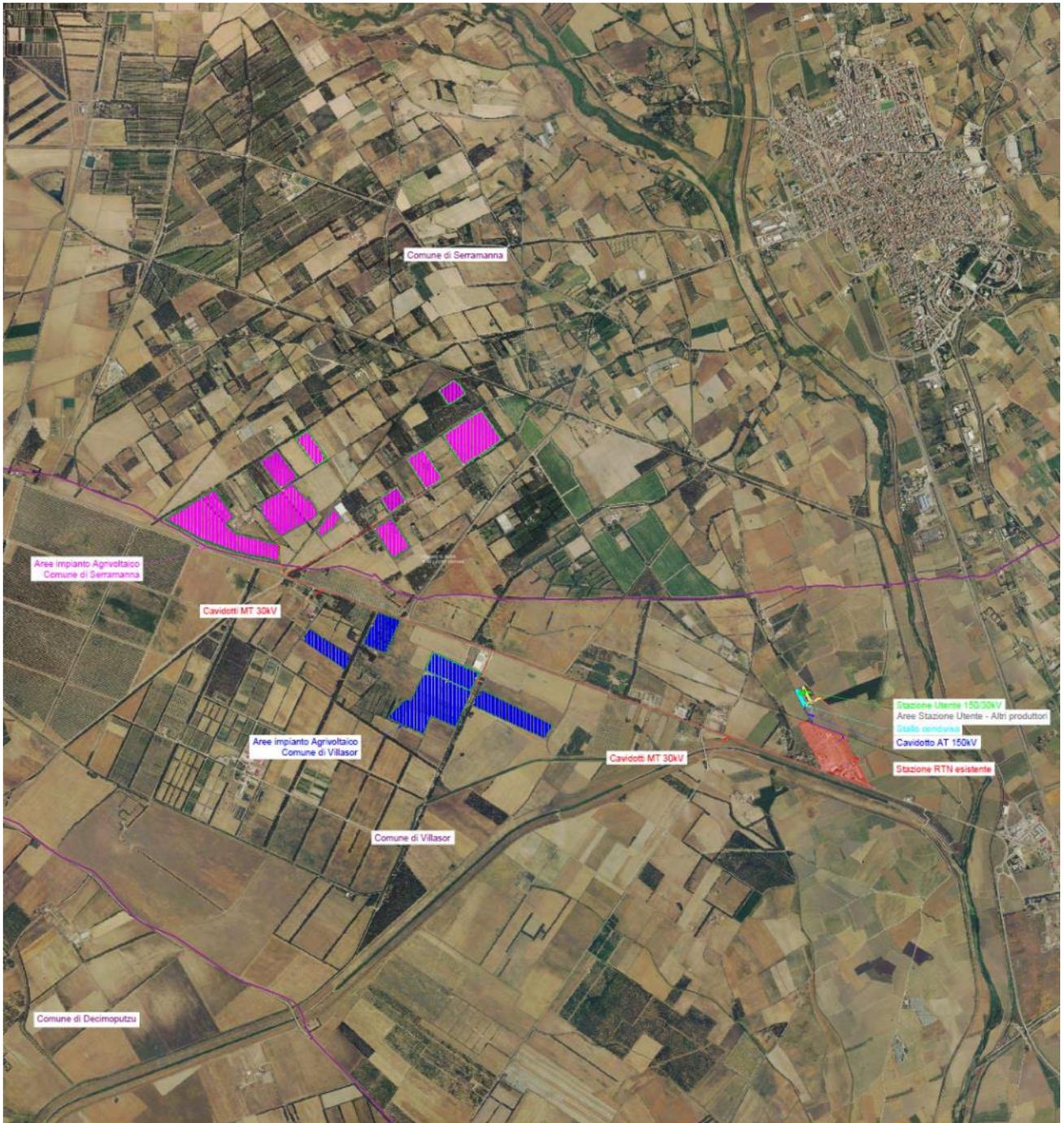
Lat.	39.391813°
Long.	8.915276°



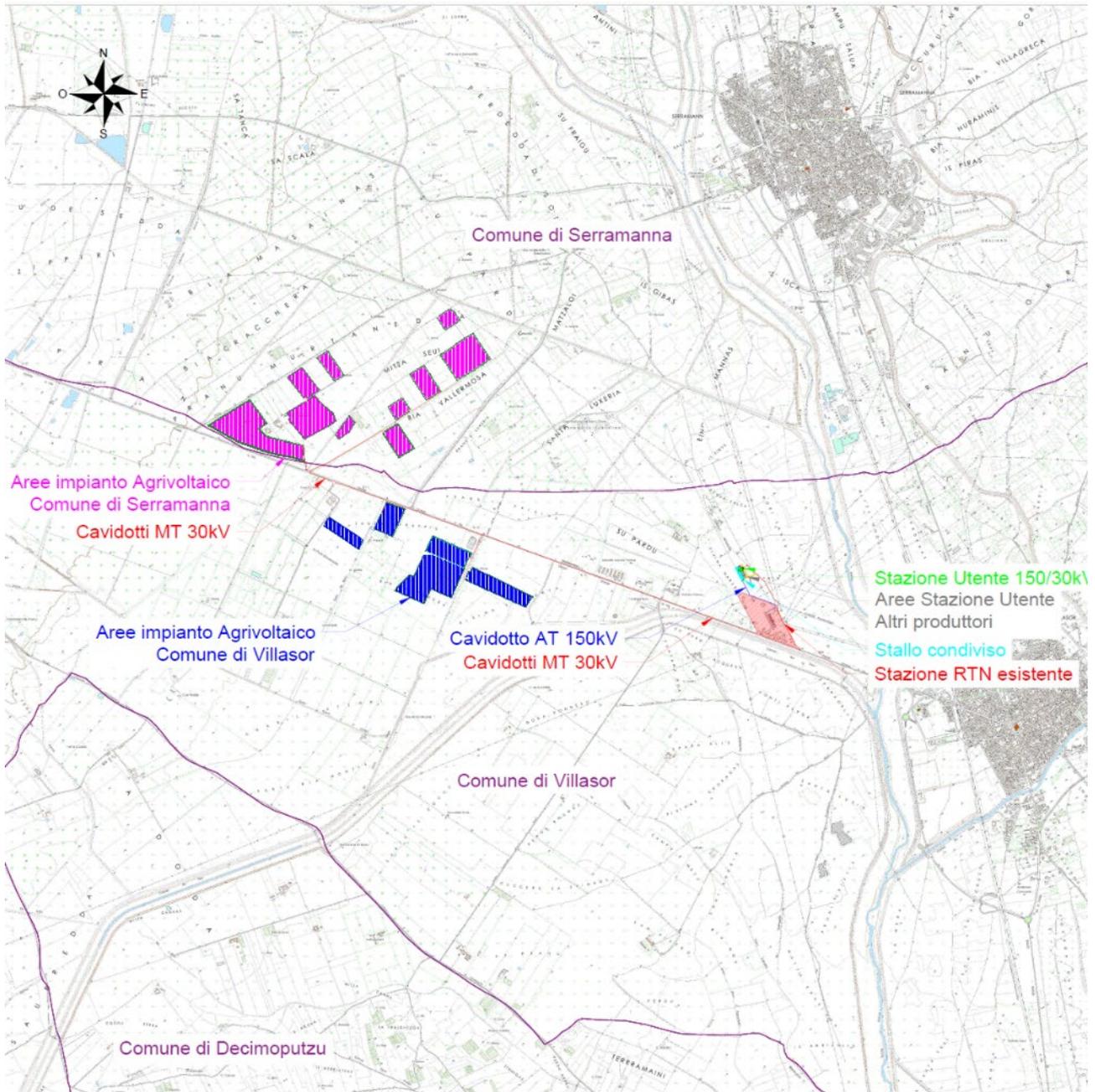
Inquadramento regionale



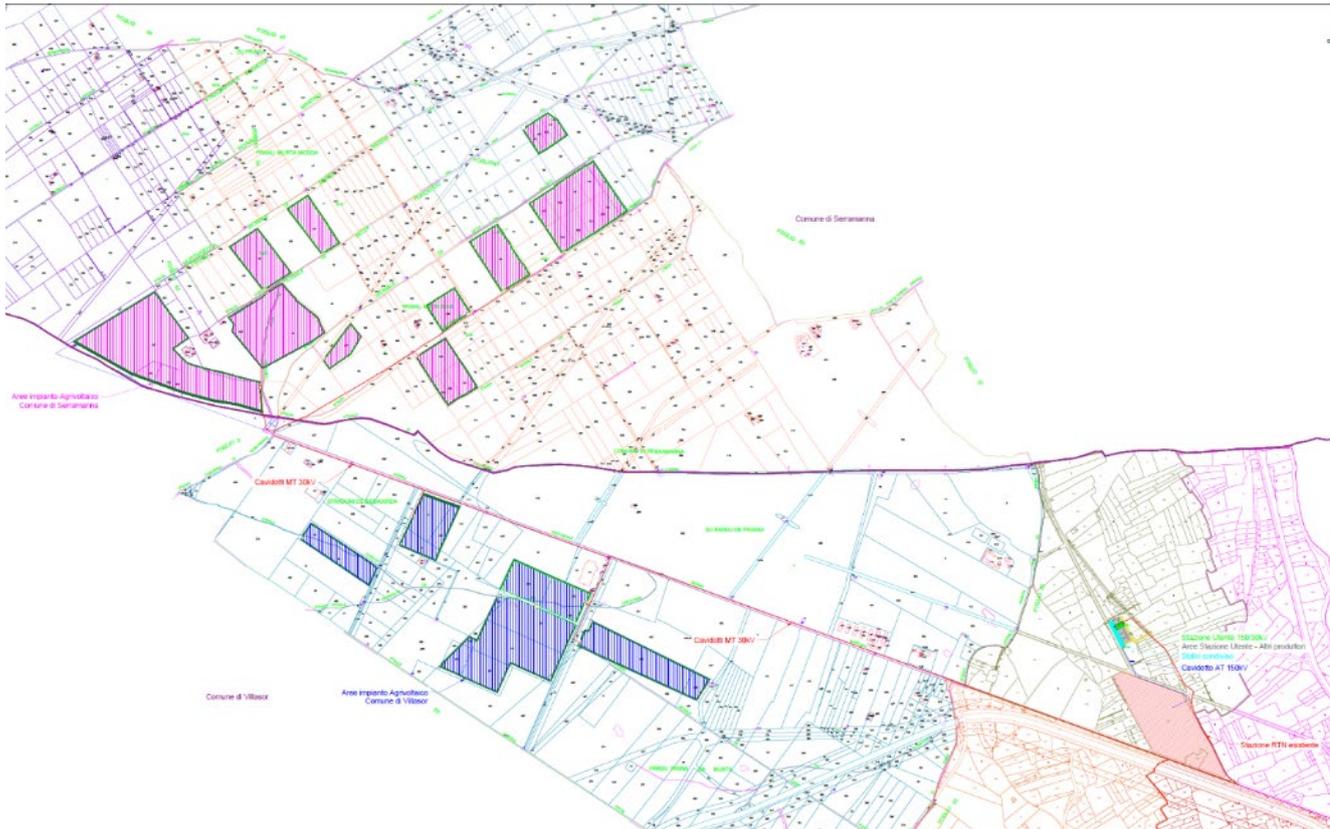
Inquadramento area di Intervento su IGM (estratto Tav.36)



Stralcio Ortofoto (estratto Tav.39)



Inquadramento area intervento su CTR (estratto Tav.38)



Area Impianto - Stralcio Catastale (estratto Tav.40)

Secondo il P.R.G. vigente le aree ricadono in zona E Agricola-Pastorale come definito nel CDU allegati alla documentazione amministrativa del progetto.

L'impianto non insiste all'interno di nessuna area protetta, tantomeno in aree SIC o ZPS.

3.2 Inquadramento Geomorfológico dell'area

A scala regionale il territorio indagato è ubicato nella zona centro-meridionale del Campidano, la più vasta pianura della Sardegna, situata nella porzione sud-occidentale dell'Isola.

Alla meso-scala, dal punto di vista morfologico il territorio indagato rientra in una vasta area sub-pianeggiante, nell'ambito della depressione campidanese, alla base dei rilievi collinari che costituiscono le propaggini del Monte Linas.

Dal punto di vista geomorfologico, si riconosce una piana alluvionale da ricondursi al riempimento della fossa tettonica del Campidano avvenuto dall'Oligocene al Quaternario, in ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale.

Dal Punto di vista litologico, si registra la presenza di depositi alluvionali e palustri con conglomerati.

Per quel che concerne la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio del lotto oggetto del presente studio geologico-tecnico, è possibile affermare che l'area stessa sia collocata in una zona sub-pianeggiante, caratterizzata dall'assenza di aree a rischio geomorfologico.

L'area oggetto di intervento, infine, rientra nelle competenze dell'Autorità Di Bacino della Regione

SARDEGNA.

Detta area risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione di RISCHIO FRANA e ALLUVIONE definita dai Piani di Bacino.

Per ulteriori chiarimenti si rimanda alla relazione geologica specialistica.

3.3 Inquadramento Idrografico e Idrogeologico

Lo schema generale della circolazione idrica sotterranea dell'area di studio risulta strettamente controllato dall'assetto strutturale, ereditato dai complessi eventi tettonici che si sono verificati nel corso di milioni di anni.

L'area oggetto di studio riceve le acque del bacino idrografico del Fiume Mannu.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dell'area oggetto di intervento, l'area è ubicata tra il Fiume Mannu e il Rio Nou, corsi d'acqua meandriiformi.

Da un punto di vista idrogeologico, le ghiaie sono caratterizzate da permeabilità variabile, sia verticalmente che orizzontalmente, per la presenza di orizzonti limoso-argillosi intercalati, per variazioni granulometriche, tessiturali e in spessore all'interno delle ghiaie sabbiose stesse. Dati di letteratura riportano a presenza di più falde idriche, nello specifico:

- da 12 a 15 metri di profondità;
- da 17,6 a 20 metri di profondità;
- da 46 a 53 metri di profondità;
- da 82 a 87 metri di profondità.

Si tratta di una falda multistrato con manifestazioni idriche contenute nei livelli maggiormente permeabili delle ghiaie ed appartenente all'Acquifero detritico-alluvionale Plio-Quaternario del Campidano.

Dalle prove penetrometriche eseguite in sito non è stata rilevata la presenza di una falda superficiale.

Detta area di intervento risulta esclusa da qualsiasi perimetrazione da RISCHIO ALLUVIONE definita dai Piani di Bacino.

Per ulteriori chiarimenti si rimanda alla relazione geologica specialistica.

3.4 Inquadramento paesaggistico

3.4.1 Caratteristiche del paesaggio

La caratteristica principale nei paesaggi della Sardegna è la grande estensione di superfici incolte che connota il profilo di una regione a bassa densità di insediamento e di trasformazione

umana dell'ambiente, con un modesto sviluppo della dimensione urbana. La nudità degli orizzonti segnala da un lato un dato originario, geo-morfologico con la prevalenza degli altopiani primari, successivamente protetti dalle effusioni vulcaniche, e d'altro lato l'intervento antropico con il predominio della pastorizia che segna ancora la qualità del paesaggio rurale malgrado le crisi crescenti e ripetute.

L'omogeneità di molti di questi orizzonti è però rotta dalle dislocazioni tettoniche che dimostrano un mosaico di tavolati e di "gradini" vigorosi.

Quest'interpretazione è resa evidente dal rapporto tra il grande sprofondamento del Campidano ed i rilievi che lo definiscono. In pochi chilometri si attraversano i paesaggi di pianura, i primi rilievi collinari con gli insediamenti di mezza costa e si sale agli oltre 1000 metri dei massicci orientale e occidentale. Nella parte settentrionale dell'isola, il forte contrasto tra le pianure di sprofondamento ed i blocchi di sollevamento è particolarmente evidente nel massiccio granitico del Limbara, che domina da 900 metri la depressione tra Olbia e Ozieri, mentre la grande displuviale del Marghine domina dai suoi 1.250 metri la depressione del Goceano con l'alta e media valle del Tirso. Assai più fortemente il paesaggio degli altopiani è inciso dall'erosione di grandi e piccoli corsi d'acqua. Il Flumendosa scava solchi profondi nella regione del Gerrei, il Tirso e i suoi affluenti incidono gli altopiani trachitici tra Sedilo e Fordongianus, il Coghinas scava gole tra il massiccio granitico della Gallura e gli altopiani trachitici dell'Anglona; a ovest il Temo incide i rilievi del Monte Mannu, mentre ad est il rio di Posada segna con meandri profondi l'altopiano granitico di Bitti.

L'identità complessiva dei paesaggi regionali risiede proprio nella perdurante leggibilità nel rapporto uomo-natura ed, in sintesi, attraverso la sua storia, cioè attraverso le forme spaziali

della sua antropizzazione: la sua storia, e le vicende delle sue comunità, si leggono nella geografia che il paesaggio esprime.

La trama umana si è organizzata e articolata in nuclei piccoli nelle colline mioceniche, centri grandi e territori dilatati negli spazi della montagna o nei vasti paesaggi dei Campidani, dove il controllo idraulico del suolo è troppo arduo per le piccole e piccolissime comunità.

Infine, nei quattro angoli dell'isola, nei territori costieri non presidiati dalle città, a partire dal '300, le case-fattoria individuali o di clan familiari che prendono il nome di medaus del Sulcis,

stazzi della Gallura, e cuiles della Nurra a cui si è aggiunta la più recente colonizzazione della piana di Castiadas nel sud est.

Analogamente il rapporto tra mondo contadino e mondo pastorale evidenzia fenomeni sociali ed economici in ambiti ben riconoscibili, rendendo la relazione contadini-pastori un confronto simbolico tra paesaggio della pianura e della montagna. Tra i "cantoni fertili" e gli spazi tradizionali del nomadismo pastorale.

Il P.P.R individua gli elementi chiave di questa configurazione rappresentati da:

◊ il ruolo dei sistemi urbani organizzati (Cagliari e la sua vasta area, il polo Sassari-Alghero Porto Torres, il policentro di Oristano, la centralità di Nuoro, la connotazione produttiva di Olbia-Tempio, il riposizionamento industriale di Carbobbia-Iglesias, la riorganizzazione funzionale di Lanusei-Tortoli, la densità agricola di Guspini-

San Gavino-Sanluri-Villacidro) che dimostrano il ruolo sovralocale in ragione di una importante consistenza demografica e nel contempo la gerarchia funzionale legata ai servizi presenti sul territorio;

- i sistemi produttivi legati alla tradizione locale del granito, del sughero, del latte e dei formaggi e dell'artigianato tessile (Buddusò, Calangianus, Arborea, Thiesi, Samugheo);
- i sistemi produttivi legati all'accoglienza turistica prevalentemente in ambito costiero.

Questi elementi di tipo strutturale si accompagnano alle caratteristiche ambientali invariabili del territorio:

- le aree a dominante vocazione agricola;
- le lagune produttive;
- le aree costiere;
- il sistema delle aree di protezione.

Si è in presenza di un territorio regionale complesso in cui convivono componenti produttive con differenti caratteristiche (industriali, artigianali, commerciali, turistiche, ambientali, culturali, di servizio, ecc.) e con differenti livelli di sviluppo.

Le idee di sviluppo del PPR hanno posto a fondamento dell'azione di governo un'idea di Sardegna che si incarna nel suo paesaggio, inteso non più come oggetto di contemplazione ma come il fondamento e la misura stessa di un progetto possibile tra identità e costruzione del futuro.

Con l'obiettivo di preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio; proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità; assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Su queste basi sono stati individuati 27 ambiti di paesaggio costieri, per ciascuno dei quali il Piano Paesaggistico prescrive specifici indirizzi volti a orientare la pianificazione locale al raggiungimento degli obiettivi e delle azioni fissati.

3.4.2 Analisi dell'area vasta

L'impianto si innesta nella parte meridionale della piana del Campidano costituita da una fossa tettonica, colmata da sedimenti eocenici e pleistocenici e interrotta soltanto dal poggio di Sardara. A Sud il Campidano termina bruscamente ai piedi dei monti dell'Iglesiente; a Nord è limitato dalle formazioni mioceniche delle colline della Marmilla e della Trexenta.

Localmente nel Campidano (il cui nome, di origine medievale, significa "campi") si distinguono tre subregioni: il Campidano di Oristano, comprendente l'ant. Campidano di Simaxis, quello di Maggiore e quello di Milis, il centrale, corrispondente alla parte intermedia della pianura, e il Campidano di Cagliari.

Tuttavia con il termine Campidano si intende un'area unitaria, includente nei suoi vasti confini non solo queste tre subregioni, ma anche taluni territori marginali di pianura o di bassa collina e il versante sudoccidentale dei monti del Sarrabus.

Nell'area vasta di indagine il paesaggio è dominato da ampie superfici cerealicole e da brevi aree a pascolo, ove risultano presenti anche le superfici lavorate per la coltivazione di erbai e frutteti. A tratti risultano diffusi i rimboschimenti con specie esotiche.

L'antico paesaggio caratterizzato dal bosco e dal pascolo ha quindi subito nell'ultimo secolo importanti modificazioni a causa dell'intervento antropico.

Sotto l'aspetto geo-litologico sono presenti calcari, marnosi e arenacei, marne, arenarie del miocene, glaciai, alluvioni del Pleistocene, alluvioni recenti e depositi di stagno dell'Olocene.

Le forme ondulate sono caratterizzate da dolci pendenze mentre le pendenze maggiori prevalgono nei litotipi più arenacei.

I compluvi sono talvolta idromorfi per parte dell'anno. I suoli hanno debole spessore nelle aree a maggior pendenza, in corrispondenza di arenarie o calcari arenacei o di medio spessore nei termini più marnosi su morfologie dolci. Nei compluvi o in aree a deboli pendenze si rinvengono suoli molto profondi.

Da tempo immemorabile l'uso tradizionale prevalente è dato dalla cerealicoltura. Infatti i suoli di questa regione presentano un'elevata suscettività per questo uso, a causa della percentuale di argilla che consentono un'elevata capacità di campo ed una diminuzione del periodo arido. Queste caratteristiche associate all'alta fertilità hanno consentito di effettuare una cerealicoltura fra le migliori dell'isola.

La viticoltura, l'olivicoltura ed altre colture frutticole hanno occupato le terre meglio drenate, prive di ristagni idrici, e con buona esposizione.

Gli allevamenti, modesti come estensione ma numerosi, hanno avuto come scopo quello della selezione delle specie ovine per la produzione di latte e carne, soprattutto nell'ultimo secolo. Attualmente gli usi più diffusi sono la cerealicoltura in aridocoltura, foraggi e mais in irriguo. Si riscontra la viticoltura nei suoli più idonei. La mandorlicoltura, una volta diffusa, è oramai quasi scomparsa. Questa regione sono state indicate talvolta come il granaio di Roma. E' evidente anche in questo caso il legame costante tra tipologia pedologica, attività antropica ed insediamenti, sin dai periodi più antichi e soprattutto in quello romano.

Il paesaggio rurale attuale è dominato principalmente dalle colture erbacee autunno-invernali (cereali, leguminose da granella, oleaginose) ed ortive irrigue (mais, medica, sorgo, ecc.). Una parte è utilizzata con colture ortive da pieno campo (carciofi) ed industriali (barbabietola da zucchero). Le colture arboree sono principalmente la viticoltura e subordinatamente olivicoltura e altre specie fruttifere. Sono diffuse, a tratti, le colture protette.

3.4.3 Il paesaggio dell'area di impianto

L'analisi dell'intorno dell'area di impianto ha messo in luce soprattutto la presenza di una tipologia di suolo costituita da rocce alluvionali che influenzano sensibilmente le forme, le coperture, l'agricoltura, la selvicoltura, l'allevamento.

L'ambito dei paesaggi insediativi e agricoli si compone di aree agricolo-produttive caratterizzate da vasti campi di seminativo, che costituisce la matrice, e dalle aree del corridoio agricolo del Flumini Mannu.

Il sistema dell'insediamento ricalca la struttura agraria e urbana storica: il rapporto tra gli insediamenti e il corridoio ambientale permane sia come specificità che favorisce le attività della tradizione agricola locale (frutticoltura, orticoltura, ecc.), per la presenza dell'acqua e per la natura dei suoli che concorrono all'alta produttività dell'area, sia come elemento problematico, in relazione alla necessità di difesa da fenomeni di esondazione e all'apporto di carichi inquinanti nel corpo idrico

legati alle attività economiche puntuali e diffuse lungo il fiume Lumini Mannu.

Il tessuto agricolo nell'area che tende a valle verso il Cagliariitano è caratterizzato dalla piccola proprietà interessata dalla coltura degli ortaggi (pomodori e carciofi), che è stata progressivamente trasformata in coltura serricola in funzione di una produzione fuori stagione.

L'ecologia si caratterizza, inoltre, da una doppia maglia del reticolo della divisione fondiaria:

- l'area dell'openfield, dell'area più centrale della piana, e il tessuto agricolo più fitto in prossimità degli abitati, delle colture arboree miste, in cui si riconosce una forte frammentazione della proprietà: l'orditura, allontanandosi dall'abitato, acquista la maglia ortogonale del seminativo e dell'ortivo.

Criticità

Le principali criticità paesaggistiche riguardano soprattutto i rischi derivanti dai processi idrogeologici, nei rapporti fra insediamenti urbani e ambiti fluviali. Infatti l'ecologia presenta una fragilità naturale connessa ai processi alluvionali: le alterazioni e la modifica anche lieve del sistema di deflusso delle acque comporta incrementi del grado di rischio soprattutto negli ambiti delle confluenze idrologiche.

Ulteriore elemento critico riguarda i processi di trasformazione delle attuali forme insediative (es. interventi di bonifica, interventi industriali) interagiscono con un sistema ambientale complesso che non si dimensiona e si regola sugli equilibri della scala locale, ma si relaziona, più spesso, alle dinamiche della scala sovralocale soprattutto in termini infrastrutturali.

Valenze

Il Flumini Mannu costituisce un importante elemento ambientale che ha caratterizzato l'organizzazione del sistema sia insediativo che agricolo. L'attivazione di strategie di valorizzazione del paesaggio fluviale e dei territori che vi gravitano richiede l'adozione di strategie di gestione integrata attraverso modelli di pianificazione coordinata.

Obiettivi di tutela e valorizzazione

Per quanto riguarda l'area di influenza diretta di impianto è possibile, in accordo con i Piani Paesaggistici di tutela, sintetizzare i seguenti obiettivi:

- ✓ riqualificare il corridoio infrastrutturale della strada statale (SS 196), attraverso la ricostruzione delle connessioni ecologiche delle trame del paesaggio agrario e dei rapporti percettivi con le sequenze paesaggistiche del contesto, favorendo la realizzazione di occasioni per la fruizione del paesaggio del Campidano.
- ✓ la tutela, la salvaguardia e la rigenerazione dei processi pedologici spontanei della pianura del Campidano evitando il sovra-sfruttamento della risorsa suolo alla sua effettiva capacità, al fine di evitare le variazioni irreversibili dello stato chimico-fisico degli orizzonti pedogenici, preservando i suoli ad elevata attitudine agricola.

Lettura identitaria

Grazie alla sua posizione geografica, ma soprattutto per la fertilità delle sue terre, fin dalle epoche antiche questo territorio è stato ricco di insediamenti.

A testimonianza di ciò i numerosi siti e ritrovamenti archeologici. Sono presenti testimonianze di periodo medievale, con il castello di Monreale, a Sardara, principale roccaforte del Giudicato

d'Arborea, che dimostra la centralità e l'importanza strategica dell'area. Altra testimonianza è il castello di Sivillier a Villasor, che rappresenta un raro esempio di architettura militare e civile in Sardegna, costruito nel 1415.

Sono presenti poi anche un gran numero di nuraghi: a Pabillonis si può visitare il nuraghe di San Lussorio e il Nuraxi Fenu, il Santuario nuragico di Sant'Anastasia che mostra come il culto dell'acqua fosse importante nell'Isola.

Vari siti sono presenti anche a Serrenti ma particolare interesse mostra il pozzo sacro di Cuccui circondato da un bosco di querce da sughero tra i pochi rimasti nel medio campidano.

Alcuni ritrovamenti anche a Villasor con il nuraghe Su Sonadori, e a Nuraminis in cui sono stati scoperti in totale sei siti nuragici tra cui occorre menzionare la stazione nuragica di Santa Maria, sita a valle del rilievo calcareo de Sa Kòrona difesa da quattro nuraghi che la attorniano.

A seguire anche le terme di Sardara, sito di epoca romana, sono una risorsa storica e economica importantissima. Avviate nel periodo romano e riscoperte nell'ottocento dopo il lungo

periodo della malaria nell'epoca giudiziale, sono ora le terme più moderne della Sardegna, in grado anche di competere a livello nazionale con le mete termali più conosciute

La zona di impianto è sfruttata fin dall'antichità per le colture cerealicole e lo sfruttamento agricolo, testimoniato dalla presenza di diverse fattorie e aziende agricole tutt'ora attive sul territorio, nonché da diversi ritrovamenti archeologici riconducibili a questo tipo di pratiche nell'antichità.

I primi insediamenti nel territorio risalgono al periodo della Cultura di Ozieri, testimoniati dal rinvenimento del villaggio di Cuccuru Ambudu; sempre del periodo prenuragico è presente sul territorio il menhir di Perda Fitta, un masso di granito rosa leggermente sbizzato, sulla cui superficie sono state scavate dieci coppelle che rappresentano i seni di una divinità femminile.

Il periodo nuragico è testimoniato da pochi nuraghi tra i quali quello di Santa Luxeria, Su Muntonali, Bruncu Gattu e i resti di una struttura nuragica al di sotto della sagrestia, rinvenuto a seguito a dei lavori edili.

La zona è occupata anche nella seguente epoca punica e romana, soprattutto per lo sfruttamento agricolo dell'area, come testimoniato da numerose fattorie e poderi del periodo romano. Resti di una necropoli di quest'epoca, insieme a dei probabili ruderi di una struttura termale sono stati rinvenuti in località Su Fraigu.

Il territorio di Villasor segue le medesime vicende del comune di Serramanna, infatti la fertile piana del Campidano incentiva fin dall'antichità l'attività di sfruttamento agricolo dell'area, densamente popolata nel periodo nuragico, i cui resti più significativi sono quelli del nuraghe Su Sonadori.

Testimonianze di epoca romana si hanno nei significativi toponimi di Ponti Perda, dove sono ubicati i resti di un ponte romano, e nel toponimo di S'Acqua Cotta, dove invece sono presenti i resti di una struttura termale.

4. DESCRIZIONE GENERALE

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico interessa un'area di circa 81,00 ettari.

Si prevede l'installazione di 77.818 moduli fotovoltaici per ottenere una potenza installabile di 45,524 MWp ed una potenza di immissione in rete di 38,532 MWac.

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

I moduli fotovoltaici saranno installati su tracker mono-assiali disposti lungo l'asse geografico nord-sud in funzione delle tolleranze di installazione delle strutture di supporto tipologiche ammissibili variabili tra il 5% al 15%.

All'interno del campo solare, prima di effettuare la posa dei pannelli mediante infissione dei Tracker verranno eseguiti dei piccoli livellamenti superficiali per rendere più omogeneo possibile il campo solare. I livellamenti interesseranno solo lo strato areato e superficiale presente così come evidenziato nella Relazione Geologica. Le eventuali porzioni di terreno asportate verranno comunque impiegati sempre all'interno dell'area dell'impianto.

Non saranno effettuati movimenti di terreno profondi, ed eventuali trasporti in discariche autorizzate seguiranno le indicazioni del Piano delle Terre Rocce da Scavo.

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

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

Non sono interessati corpi idrici pubblici e non saranno modificate le eventuali linee di impluvio presenti all'interno delle aree.

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

La superficie sottratta interessa suoli attualmente destinati a seminativi a bassa valenza ecologica. Le superfici sottratte saranno quella strettamente necessarie alle opere di gestione e manutenzione dell'impianto.

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

In fase di dismissione le componenti dell'impianto verranno avviate principalmente a centri di recupero e riciclo altamente specializzati e certificati.

L'adozione per il campo agrivoltaico del sistema di fondazioni costituito da pali in acciaio infissi al suolo azzerà la produzione di rifiuti connessi a questa fase.

In ogni caso i rifiuti, prodotti principalmente durante la fase di cantiere, saranno gestiti secondo

quanto previsto dalla normativa vigente.

L'impianto agrivoltaico è privo di scarichi sul suolo e nelle acque, pertanto non sussistono rischi di contaminazione del terreno e delle acque superficiali e profonde.

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

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Durante la fase di cantiere si eseguiranno le seguenti operazioni:

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

Nella realizzazione del campo fotovoltaici si procederà alla compattazione in sito delle sole superfici adiacenti le cabine elettriche ospitanti quadri, inverter e trasformatori, lasciando indisturbate le rimanenti aree, salvo la regolarizzazione dello strato superficiale di suolo propedeutico all'infissione delle strutture metalliche di sostegno dei pannelli e della recinzione perimetrale.

Lungo il perimetro degli impianti sarà realizzata una fascia a verde con messa a dimora di una siepe a mitigazione e a schermatura visiva in prossimità delle aree esterne.

La realizzazione del sistema di illuminazione e antintrusione perimetrale, che entra in funzione solo in caso di intrusioni o di attività di manutenzione, consiste nell'installazione di lampioni (circa 290), ogni 50/70 m circa.

Allo scopo sarà necessario realizzare circa 290 fondazioni in c.a., 1mx1mx1m, per un volume complessivo di circa 190 mc.

Le 12 cabine elettriche di conversione (Inverter Station) saranno posate su plinti in cemento armato posizionati puntualmente sotto i piedi di appoggio dei container.

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

La realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo, concepita a servizio delle attività di esercizio e manutenzione dell'impianto agrivoltaico occupa una superficie di circa 24.600 mq e sarà realizzata con materiali misto di cava stabilizzato facilmente asportabile a fine vita dell'impianto.

Le superfici occupate saranno quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto e non pregiudicheranno lo svolgimento delle pratiche agricole che potranno continuare indisturbate sulle aree contigue a quelle interessate dall'intervento.

I cavidotti saranno interrati e lì dove attraversano i campi e le aree esterne alla recinzione dell'impianto avranno profondità di non inferiore a 1.5 m dal piano campagna senza pregiudicare l'esecuzione delle arature profonde.

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

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

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

I volumi di scavo verranno utilizzati interamente in sito per il ripristino della viabilità e delle piazzole di cantiere, il rinterro delle fondazioni superficiali, la riprofilatura dell'intera area di cantiere ed il raccordo con il terreno esistente. I volumi di terra, prima di essere totalmente riutilizzati per le modalità precedentemente descritte, verranno accantonati localmente nei pressi dell'area d'intervento.

6. FASI E TEMPI DI ESECUZIONE

Il programma di esecuzione del progetto può essere stimato di 12 mesi.

I lavori di costruzione saranno organizzati per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Garantire procedure efficienti durante le fasi di costruzione;
- Ottimizzare le distanze di trasporto e l'utilizzo delle attrezzature da costruzione.
- Garantire che i carichi di lavoro richiesti per la gestione delle attività lavorative siano coperti dalla forza lavoro pertinente espressa in mezzi e personale.

Durante i 12 mesi verranno eseguite le seguenti attività in cui alcune fasi si potranno accavallare nei tempi di esecuzione:

- | | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| • Preparazione dell'area di cantiere: | 15 giorni lavorativi |
| • Preparazione superficiale del terreno: | 25 giorni lavorativi |
| • Installazione della recinzione: | 60 giorni lavorativi |
| • Installazione delle fondazioni dei tracker: | 90 giorni lavorativi |
| • Assemblaggio strutture tracker: | 70 giorni lavorativi |
| • Installazione dei moduli fotovoltaici: | 70 giorni lavorativi |
| • Cavidotti BT / MT: | 40 giorni lavorativi |
| • Preparazione terreno per le apparecchiature di conversione: | 20 giorni lavorativi |
| • Installazione Inverter Stations: | 25 giorni lavorativi |
| • Installazione cavi BT / MV: | 30 giorni lavorativi |
| • Installazione e cablaggi cassette stringa: | 40 giorni lavorativi |
| • Installazione sistema antintrusione: | 30 giorni lavorativi |
| • Costruzione Sottostazione Elettrica di impianto: | 100 giorni lavorativi |
| • Collaudi: | 30 giorni lavorativi |
| • Connessione alla rete: | 15 giorni lavorativi |
| • Pulizia e sistemazione sito: | 15 giorni lavorativi |

7. OPERE CIVILI

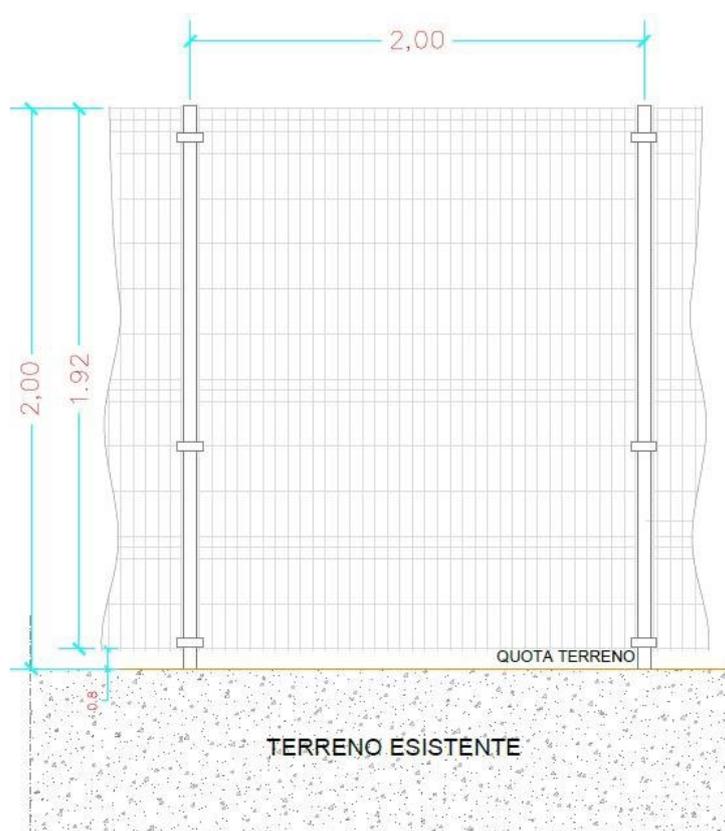
Le opere civili constano in:

- realizzazione della recinzione e sistemazione dell'area, compreso il livellamento del terreno ove ritenuto necessario per agevolare l'installazione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- realizzazione della viabilità interna a carattere agricolo con accessi dalla viabilità esistente;
- posa in opera e installazione delle strutture di supporto inclusi i moduli fotovoltaici;
- realizzazione degli scavi per la posa di condotti e pozzetti interrati per gli impianti elettrici e per la realizzazione degli impianti di terra;
- posa in opera delle cabine elettriche di impianto, comprese le relative fondazioni;
- realizzazione stazione elettrica di connessione 150/30 kV;
- posa in opera del sistema di illuminazione/videosorveglianza, comprese le relative fondazioni;
- posa in opera delle essenze arboree perimetralmente all'area.

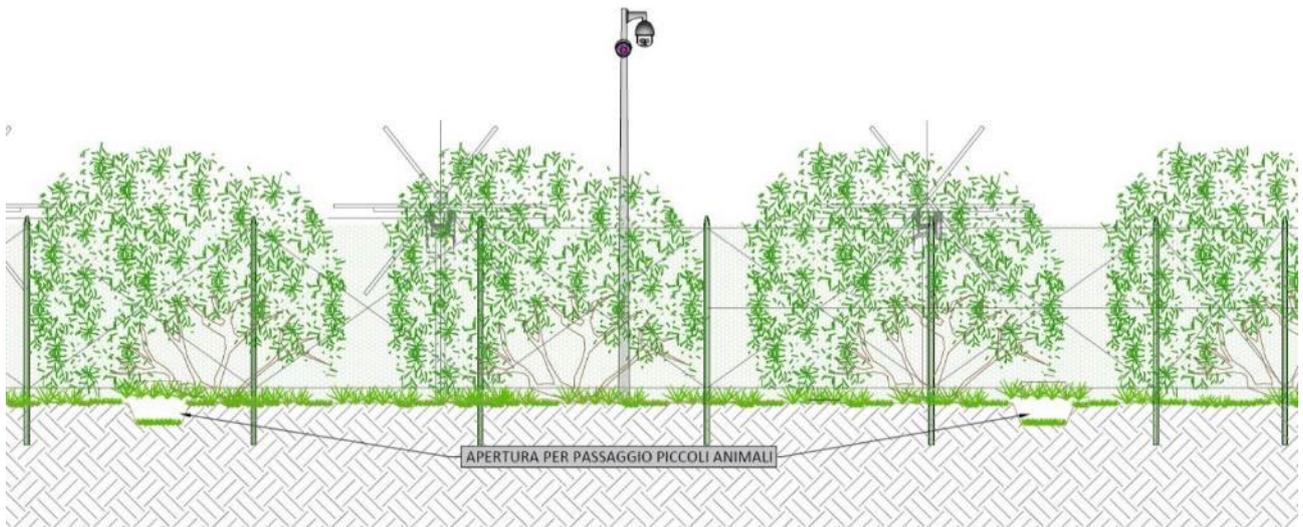
7.1 Recinzione e cancello di ingresso

Il progetto prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale di lunghezza complessiva di circa 14.450 ml e di altezza pari a 2.0 m, con pannelli in rete elettrosaldata a maglie rettangolari in tonalità RAL 6005 verde muschio da fissare su profili tubolari infissi nel terreno, come meglio specificato nelle tavole che fanno parte integrante del progetto e, in sintesi, nell'immagine che segue.

La superficie recintata di progetto è pari a circa 766.257 mq.



Tipologico recinzione perimetrale

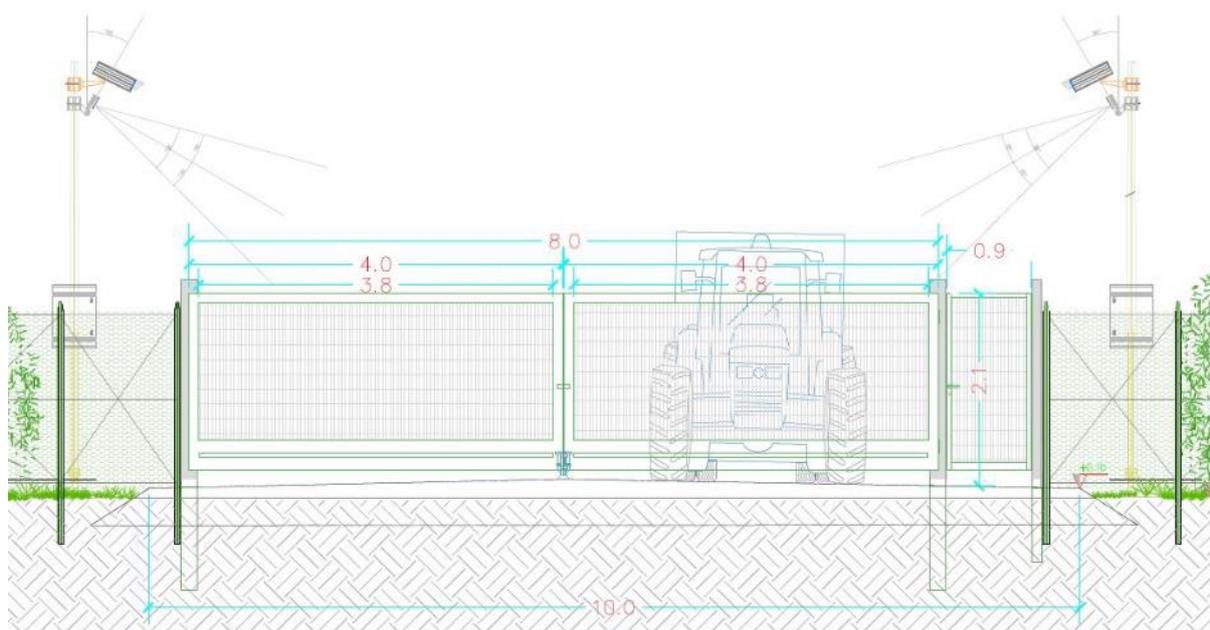


Tipologico sviluppo perimetrale recinzione

Quindi l'area verrà recintata perimetralmente da una rete, alta 200 cm, sostenuta da paletti a T o tubolari in acciaio zincato a fuoco e rete in acciaio griglia zincata a maglia quadrata, rettangolare o romboidale mm 50x50.

I paletti saranno di altezza fuori terra pari a 200 cm, infissi per una profondità variabile tra 60 e 150 cm direttamente nel terreno. L'interasse dei paletti sarà di 150/200 cm. Ogni 8-10 metri circa sulla recinzione saranno previste delle piccole aperture nella parte bassa al fine di permettere il passaggio di fauna di piccola taglia evitando conseguentemente che la recinzione assuma carattere di barriera ecologica. Nel caso fosse necessario potranno essere realizzati dei piccoli getti in cls superficiali per stabilizzare i basamenti dei pali della recinzione.

Gli accessi carrabili previsti sono circa 19.

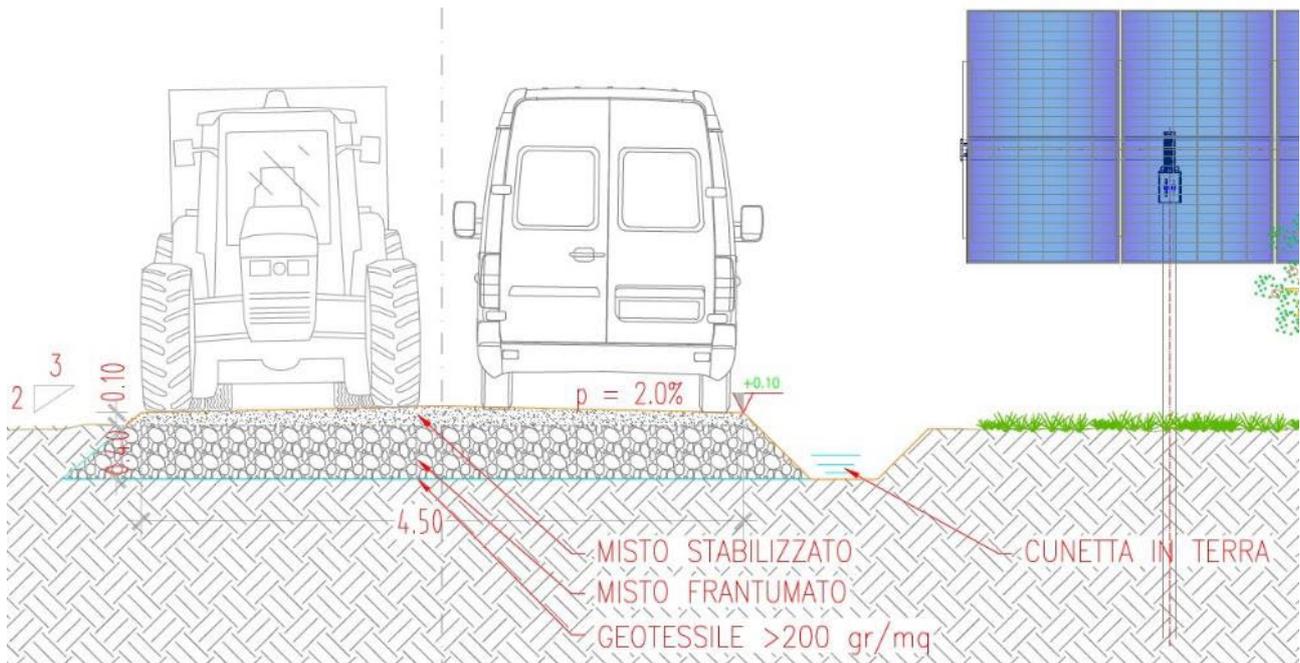


Tipologico cancello di accesso

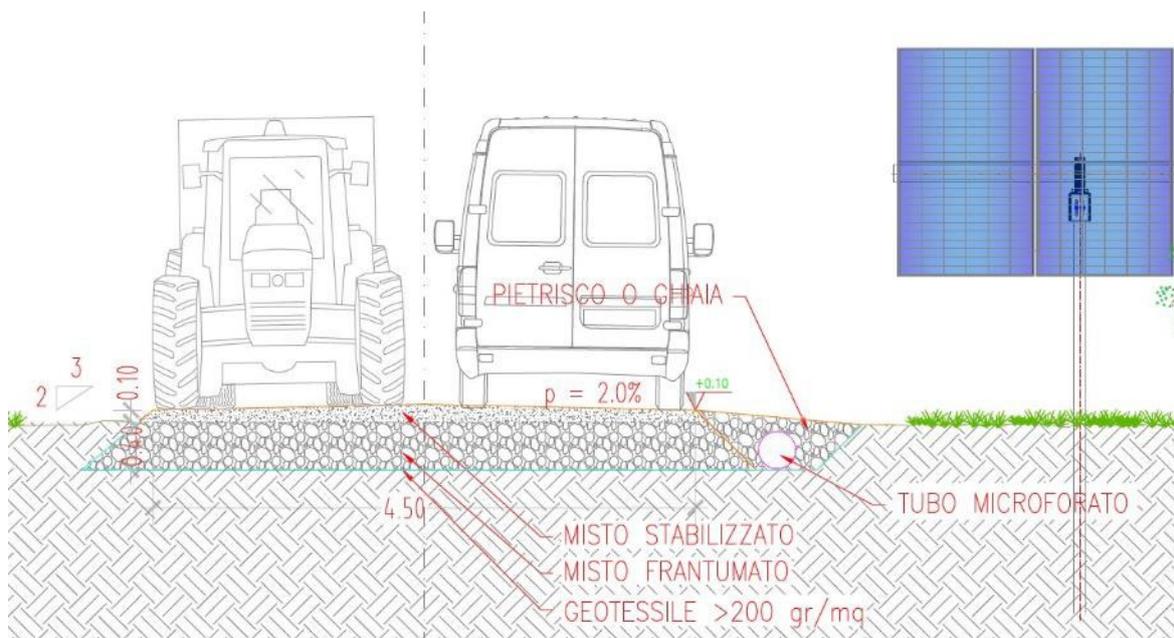
7.2 Viabilità Interna a carattere agricolo

L'impianto è caratterizzato da accessi su viabilità interpodereale e strade vicinali a servizio dell'impianto agrivoltaico e della sottostazione elettrica 150/30 kV, e da una viabilità interna a carattere agricolo di servizio, che conduce alle piazzole previste intorno alle unità di trasformazione Inverter, necessaria, sia in fase di realizzazione dell'opera che durante l'esercizio dell'impianto, per l'accesso alle parti funzionali dell'impianto e per le operazioni di controllo e manutenzione. Le viabilità interna sarà di larghezza pari a 4,5 m e avrà un raggio di curvatura interno di 5 m.

La superficie complessiva di progetto di viabilità e piazzole di progetto è di circa 23.400 mq.



Tipico sezione viabilità e cunetta drenaggio laterale



Tipico sezione viabilità e drenaggio laterale con canalizzazione interrata forata

Le nuove piazzole e la viabilità a carattere agricolo sarà realizzata, previo opportuno scavo, in battuto di ghiaia dello spessore di 5 cm su sottofondo in misto stabilizzato dello spessore variabile tra 25 e 35 cm, in modo da non artificializzare il terreno e mantenere così inalterata la naturale capacità di assorbimento delle acque meteoriche. Tale sistema non ostacola la permeabilità del terreno e consente di evitare la realizzazione di opere di canalizzazione. Le acque piovane verranno assorbite nel terreno in modo naturale in tutta l'area.

7.3 Impianto Video Sorveglianza e Sistema Antintrusione

Sarà previsto un impianto di video sorveglianza che integrato con l'impianto di antintrusione proteggerà l'impianto agrivoltaico da possibili intrusioni e da furti.

L'impianto di video sorveglianza sarà realizzato con telecamere fisse in grado di operare anche durante le ore notturne.

Le telecamere verranno messe in posizione tale da monitorare i punti più sensibili dell'intero impianto, quali l'ingresso dell'area, le cabine di trasformazione, ecc..

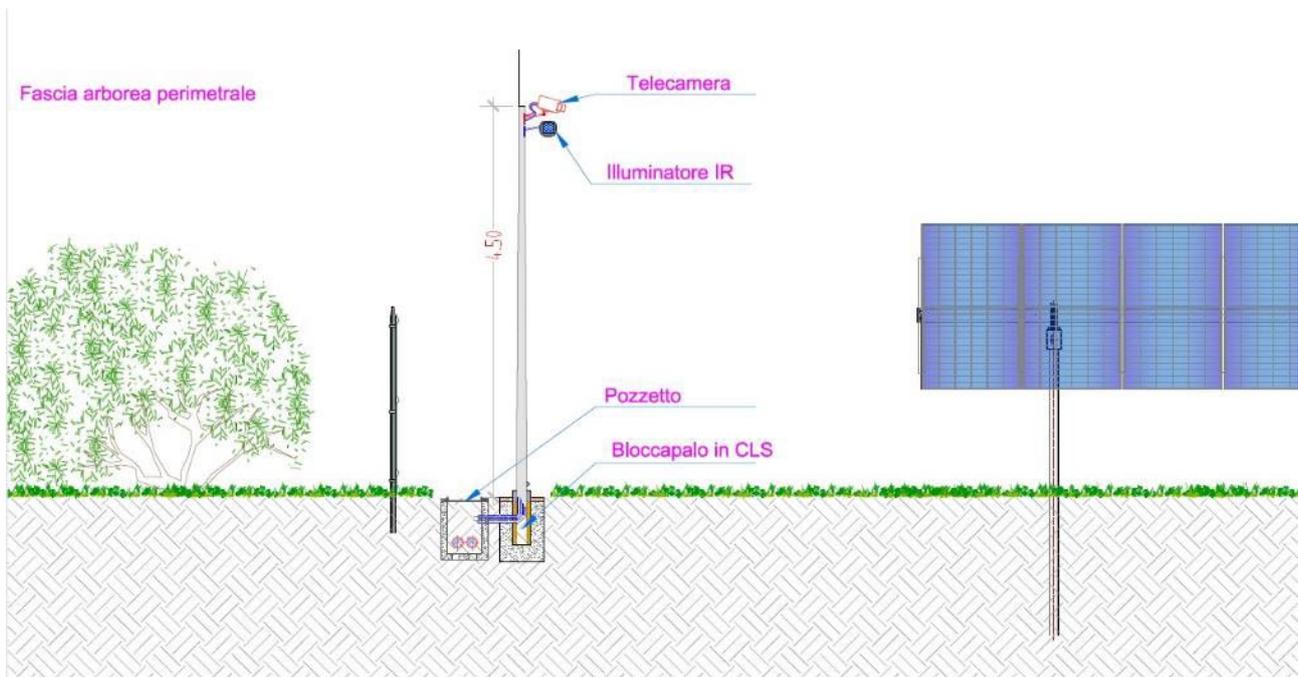
L'impianto di videosorveglianza sarà controllabile e manovrabile da remoto, da un operatore che da una cabina regia potrà controllare l'intera area. Le immagini acquisite dalle telecamere saranno registrate durante le 24h; le telecamere pertanto, saranno corredate di un opportuno software gestionale che consentirà all'operatore di selezionare la telecamera per monitorare la porzione di area di interesse.

L'impianto – ai fini della manutenzione e a garanzia della sicurezza della centrale fotovoltaica – prevede l'installazione di pali ogni 50/70m con altezza pari a 4,5m. 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 agrivoltaico.

Integrato si potrà prevedere un impianto antintrusione che garantirà una protezione adeguata all'intera area.

L'impianto di antintrusione sarà direttamente collegato con le forze dell'ordine, le quali saranno contattate in caso di effrazione.

L'impianto di antintrusione, inoltre, sarà dotato di commutatore telefonico che in caso di effrazione dell'impianto agrivoltaico contatterà sia le forze dell'ordine che il proprietario dell'impianto e tutte le persone memorizzate nel suo database secondo una priorità assegnata dal committente stesso.

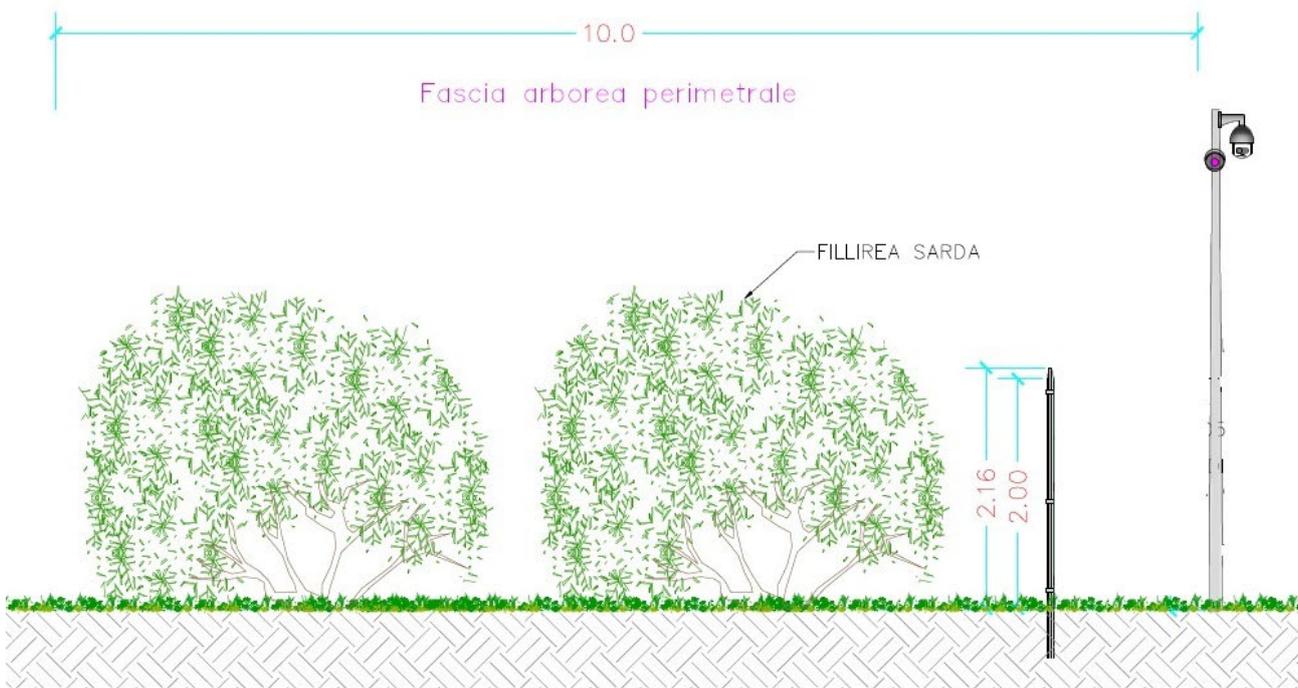


Esempio installazione Videosorveglianza - Tipico

7.4 Mitigazione Perimetrale

Esternamente alla recinzione, è prevista la messa a dimora di una fascia perimetrale di circa 10m di essenze tipiche del luogo all'esterno della recinzione di altezza pari alla stessa. La siepe perimetrale contribuirà a schermare l'impianto e contribuirà all'inserimento paesaggistico e ambientale dell'opera.

La superficie occupata dalla fascia di mitigazione perimetrale di progetto è pari a circa 66.800 mq.



Sezione Fascia Arborea Perimetrale - Tipico

7.5 Cabine di Conversione Inverter (Power Station)

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

Saranno installate 11 cabine di conversione Inverter Station.

In fase di progetto esecutivo il numero e le dimensioni delle Inverter Station potrà variare a seconda di eventuali ottimizzazioni tecniche necessarie.

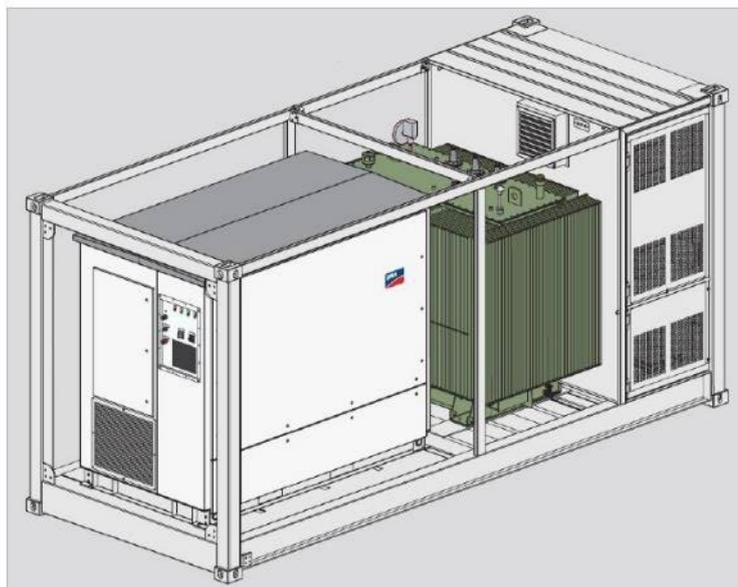
Queste Inverter Station consentono il dimensionamento ottimale degli impianti FV fornendo il minor costo di sistema e la massima resa grazie a una perfetta combinazione di appositi componenti di media tensione è in grado di offrire una densità di potenza ancora maggiore all'interno di un container da 20 piedi che può essere consegnato chiavi in mano in tutto il mondo. Ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 VCC di tensione, questa soluzione integrata assicura semplicità di trasporto nonché rapidità di montaggio e messa in servizio.

MVPS for SC UP

- **MVPS-4000-S2-10**
- **MVPS-4200-S2-10**
- **MVPS-4400-S2-10**
- **MVPS-4600-S2-10**

MVPS for SC UP-US

- **MVPS-4000-S2-US-10**
- **MVPS-4200-S2-US-10**
- **MVPS-4400-S2-US-10**
- **MVPS-4600-S2-US-10**



MoW-Skid according to IEC 62271-202

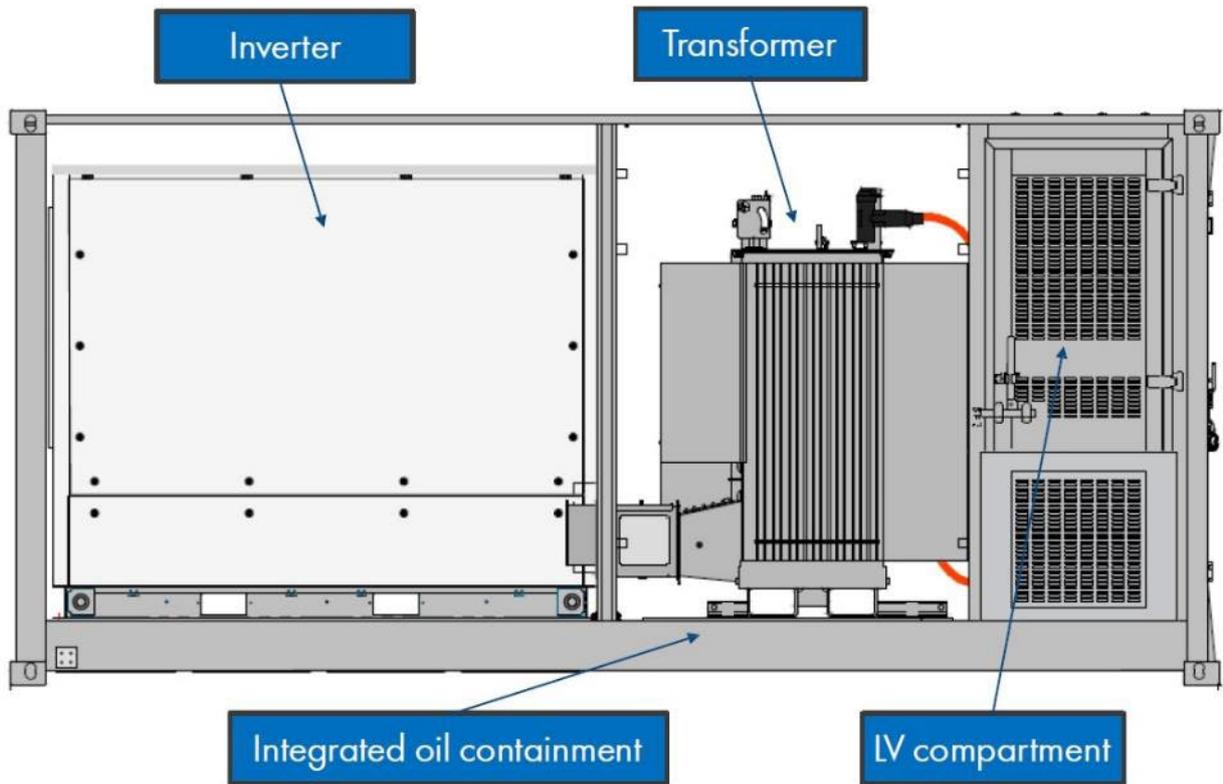
US-Skid according to UL 1741

Layout tipologico Cabina di Conversione

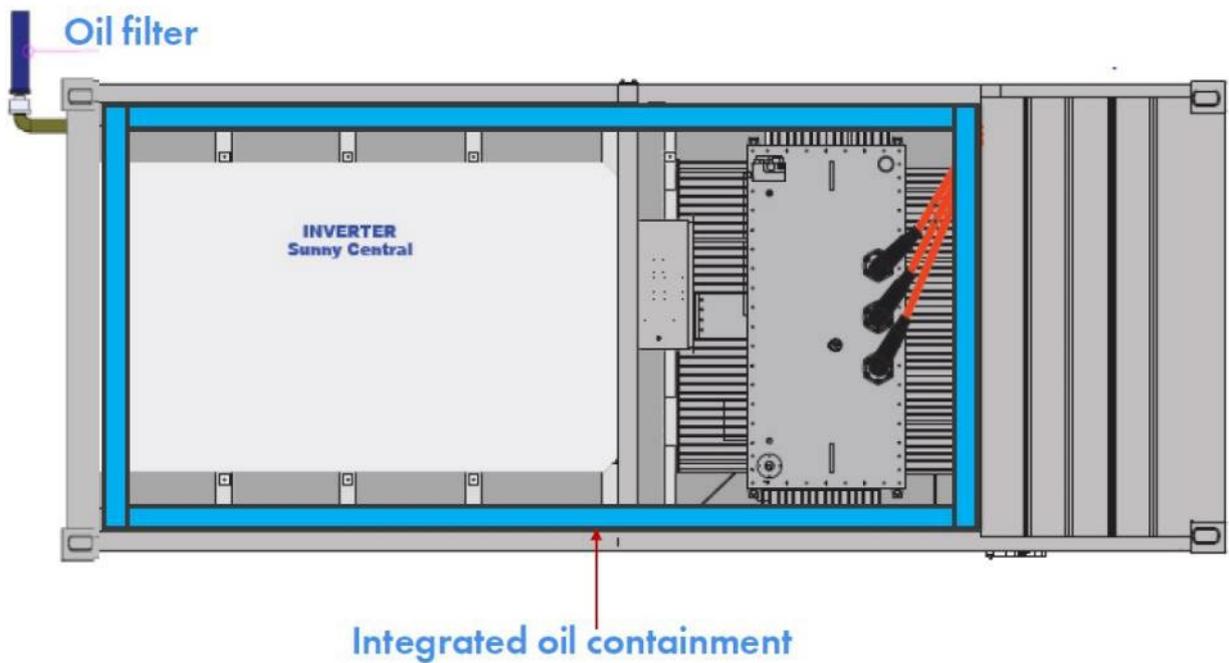
Principali Caratteristiche:

- Per tutte le tensioni di rete delle centrali fotovoltaiche
- Soluzione di piattaforma per una progettazione flessibile delle centrali fotovoltaiche
- Pronta per condizioni ambientali complesse
- Soluzione chiavi in mano
- Container marittimo compatto da 20 piedi
- Componenti testati prefiniti
- Completamente omologato
- 5 anni di garanzia su tutti i componenti

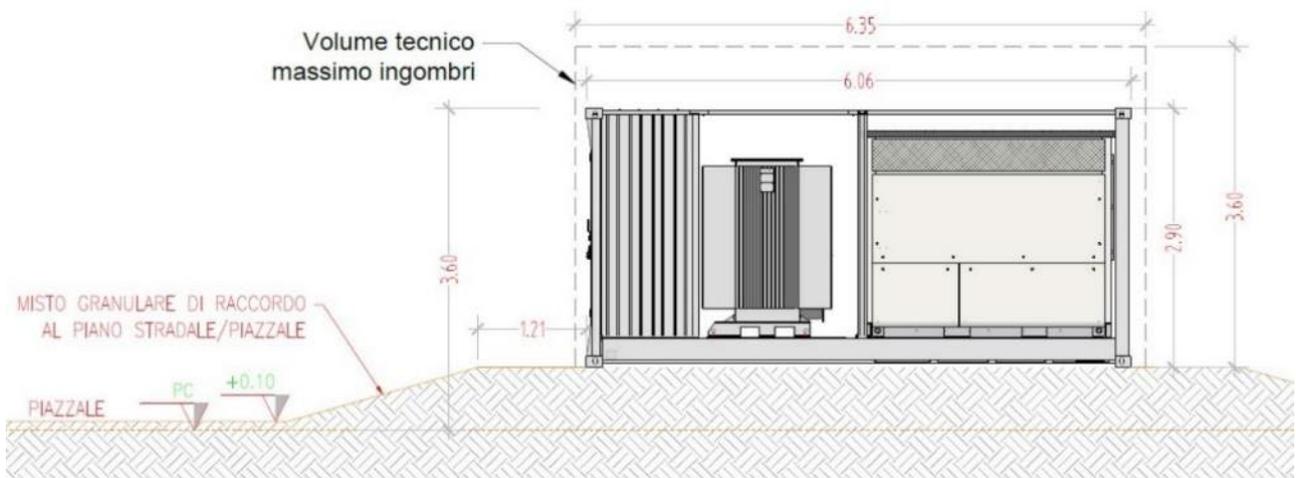
- Efficienza dei costi
- Bassi costi di trasporto
- Costi di installazione minimi



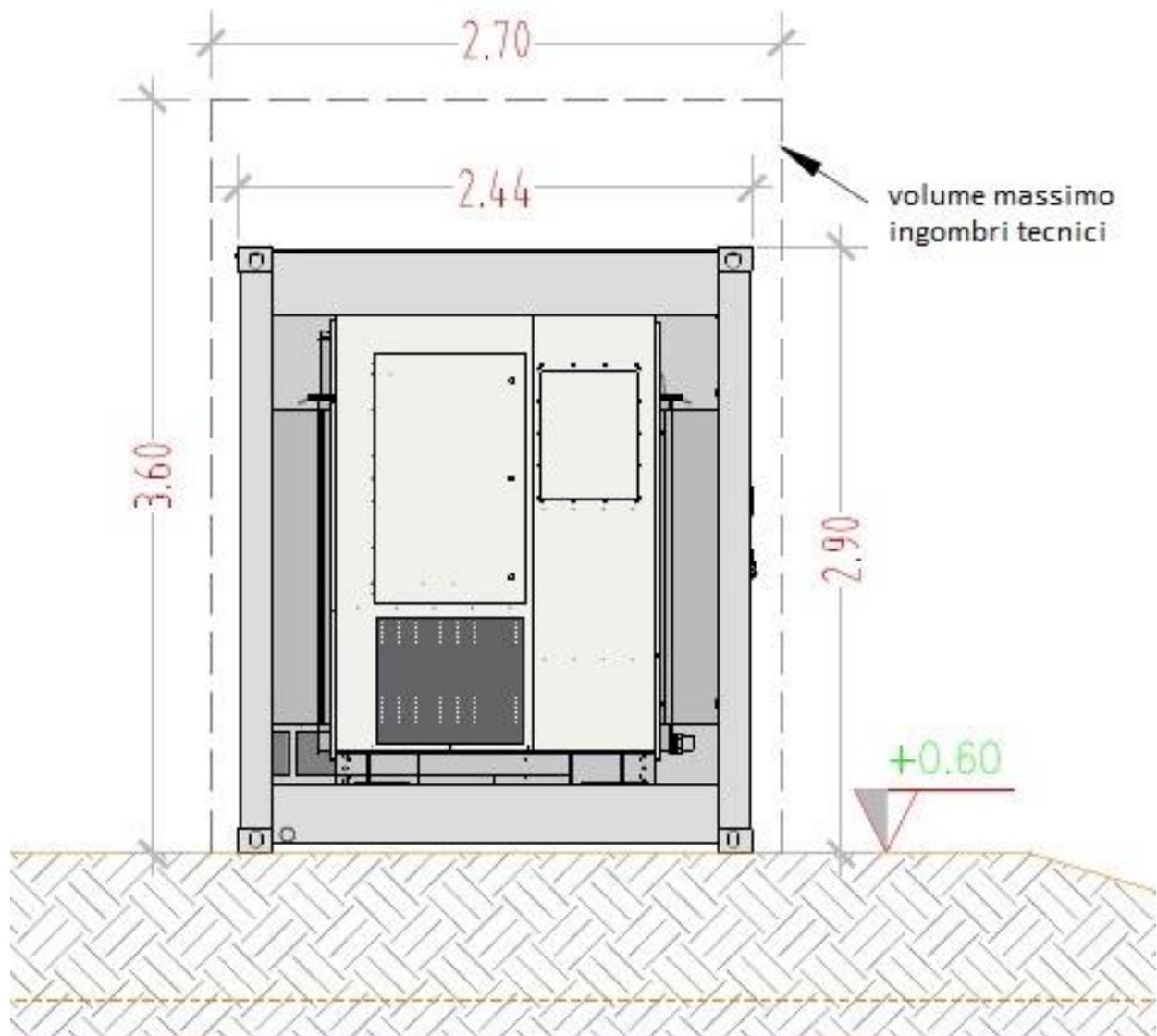
Configurazione Tipologica Cabina di Conversione



Dettaglio impianto contenimento Olio

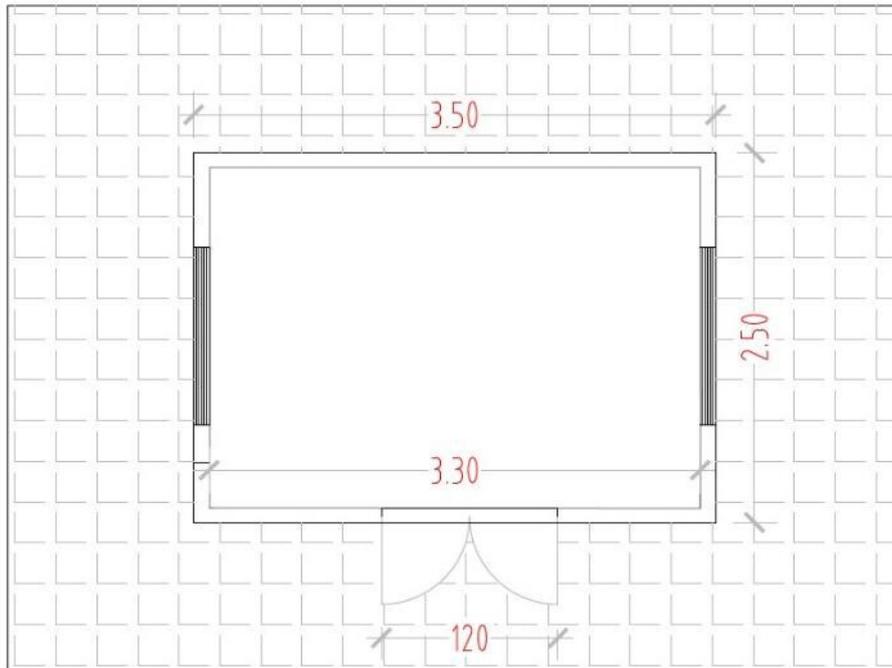


Tipologico ingombro prospetto frontale Cabina Inverter

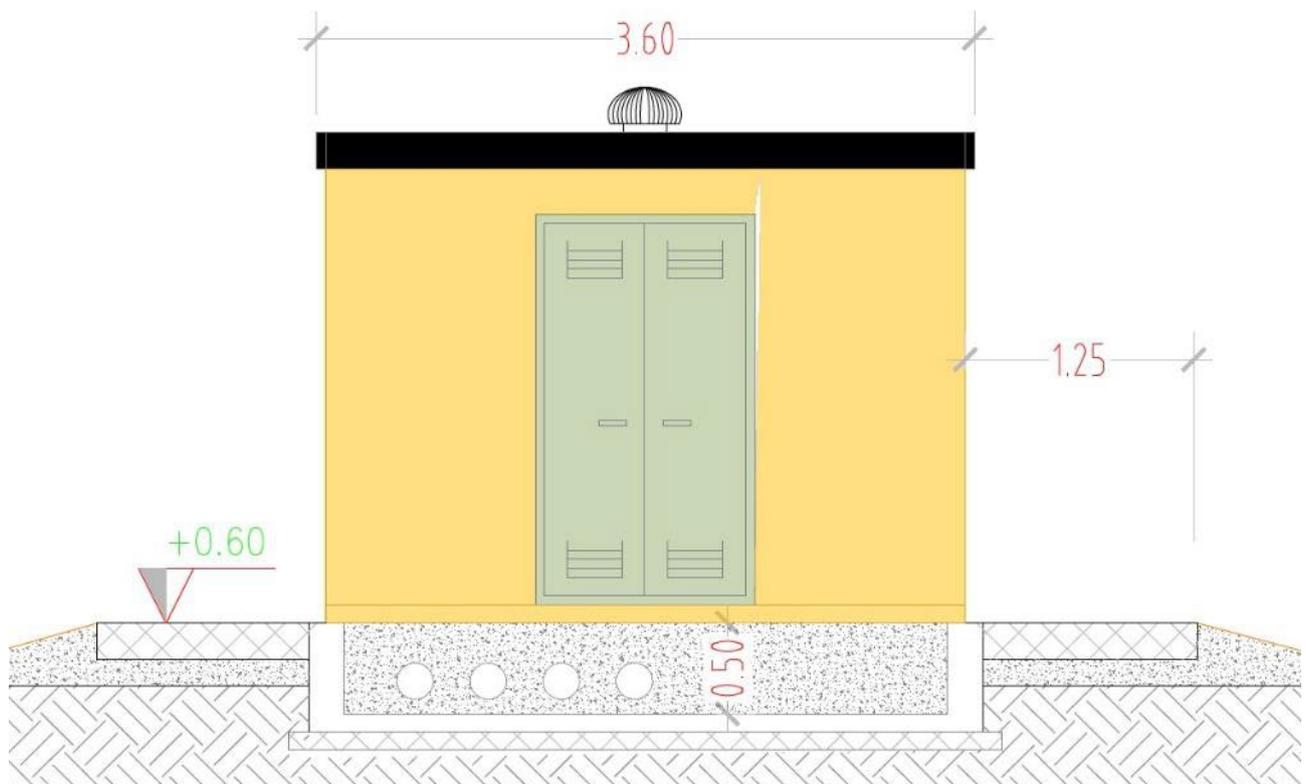


Tipologico ingombro prospetto laterale Cabina Inverter

Per ogni Power Station verrà installata una cabina ausiliaria avente le seguenti caratteristiche dimensionali.



Pianta Cabina Ausiliaria Power Station



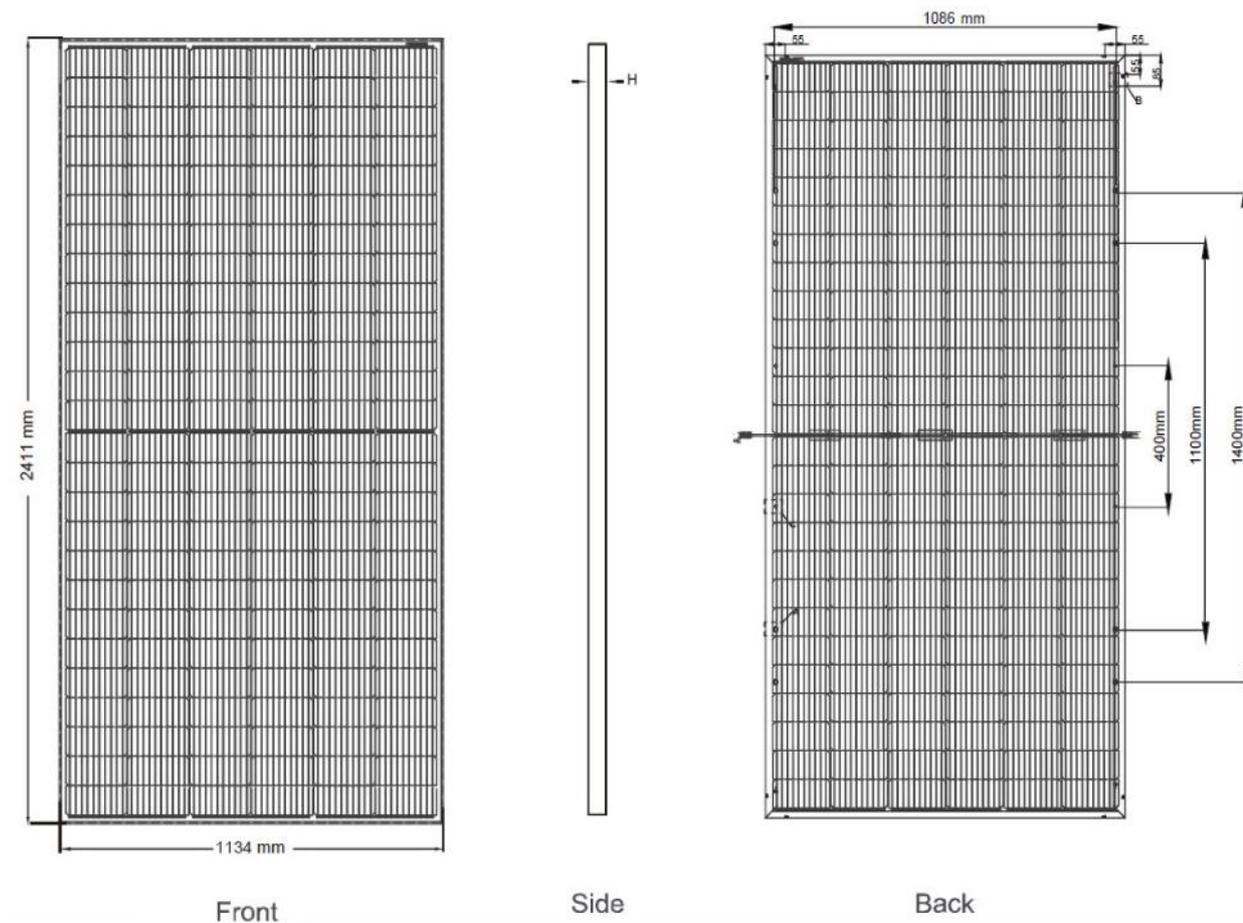
Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria Power Station

7.6 Moduli Fotovoltaici

I moduli individuati sono della potenza di 585 Wp, essendo al momento la scelta disponibile sul mercato su una proiezione temporale attendibile, con tensione di sistema a 1500V raccolti in stringhe da 26 moduli con le seguenti caratteristiche tecniche.

La superficie dei moduli fotovoltaici di progetto è pari a circa 212.760 mq.

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



Caratteristiche dimensionali tipologiche Modulo Fotovoltaico

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM565M-7RL4-V		JKM570M-7RL4-V		JKM575M-7RL4-V		JKM580M-7RL4-V		JKM585M-7RL4-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	565Wp	420Wp	570Wp	424Wp	575Wp	428Wp	580Wp	432Wp	585Wp	435Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.97V	40.93V	44.09V	41.04V	44.20V	41.15V	44.31V	41.26V	44.42V	41.36V
Maximum Power Current (Imp)	12.85A	10.27A	12.93A	10.33A	13.01A	10.40A	13.09A	10.46A	13.17A	10.52A
Open-circuit Voltage (Voc)	53.20V	50.21V	53.32V	50.33V	53.43V	50.43V	53.54V	50.54V	53.65V	50.64V
Short-circuit Current (Isc)	13.53A	10.93A	13.61A	10.99A	13.69A	11.06A	13.77A	11.12A	13.85A	11.19A
Module Efficiency STC (%)	20.67%		20.85%		21.03%		21.21%		21.40%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

Caratteristiche Tecniche tipologiche Modulo Fotovoltaico

7.7 Strutture di Supporto

Sulla base delle considerazioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche, la fondazione su cui poggeranno le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà di tipo ad infissione, costituita da tubolari o omega in acciaio zincato (pali), che saranno infissi direttamente nel terreno mediante l'utilizzo di una macchina specifica. Tale tecnologia è utilizzata nell'ambito dell'ingegneria ambientale e dell'eco-edilizia al fine di non alterare le caratteristiche naturali dell'area soggetta all'intervento.

Rispetto alle tradizionali fondazioni in cemento armato tale sistema risulta essere meno invasivo e permette una maggiore facilità di rimozione al momento della dismissione dell'impianto.

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

La realizzazione di queste opere sarà eseguita in varie fasi:

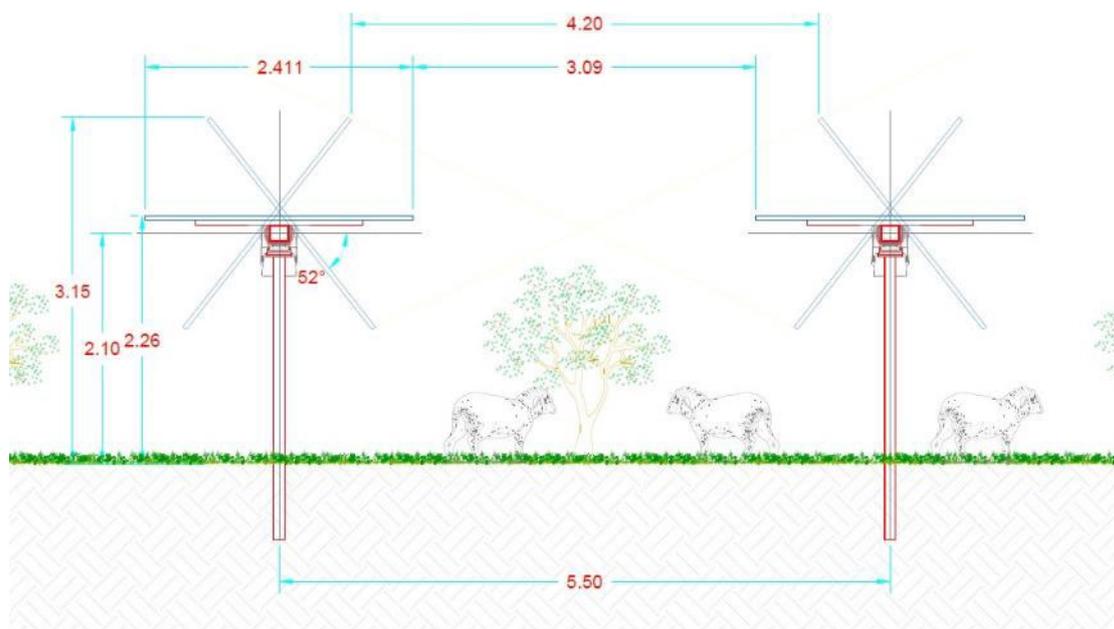
- Rilievo piano - altimetrico e picchettamento dell'area al fine di individuare le aree di posizionamento dei pali;
- Posizionamento della strumentazione atta a eseguire l'infissione tramite opportuna macchina con sistema a compressione;
- Esecuzione dell'infissione;
- Montaggio delle carpenterie metalliche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

I moduli fotovoltaici verranno installati su strutture di supporto della tipologia Tracker mono-assiale con asse di rotazione in sviluppo longitudinale lungo l'asse Nord-Sud con esposizione dei moduli fotovoltaici variabile da Est ad Ovest.

I filari potranno avere interasse compreso tra i 5 e i 6 metri.

Questa tecnologia consente di produrre circa il 20% in più rispetto alla tradizionale struttura di supporto fissa.

La superficie occupata dalle strutture di supporto di progetto è pari a circa 226.000 mq.



Sezione trasversale tipologica struttura Tracker

Le fondazioni, basi di sostegno delle strutture, saranno profili debitamente dimensionati direttamente infissi al suolo, ad una profondità variabile in funzione dei carichi e delle azioni e parametri normativi di calcolo che verranno elaborati nel progetto esecutivo. I dispositivi saranno proporzionati in funzione della massima azione del vento e del massimo carico applicabile sulla superficie di posa.

Considerazioni ecologiche

Il campo di moduli è disposto in modo da far penetrare nel suolo sottostante luce e umidità a sufficienza. In quest'area si possono così sviluppare una flora ricca di varietà con la rispettiva fauna. In tal modo, la superficie di costruzione dell'impianto agrivoltaico non funge solo da generatore di energia solare, bensì anche da protezione della flora e della fauna.

Altezza ottimale

Poiché la distanza dallo spigolo inferiore del modulo al suolo è di almeno 0,4 m è possibile coltivare e utilizzare la superficie del suolo, anche allevandovi animali. Inoltre, la distanza dal suolo impedisce il danneggiamento o l'insudiciamento da parte degli animali. Tale distanza garantisce inoltre una resistenza sufficiente ad eventuali carichi di neve.

Montaggio rapido

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

Massima durata

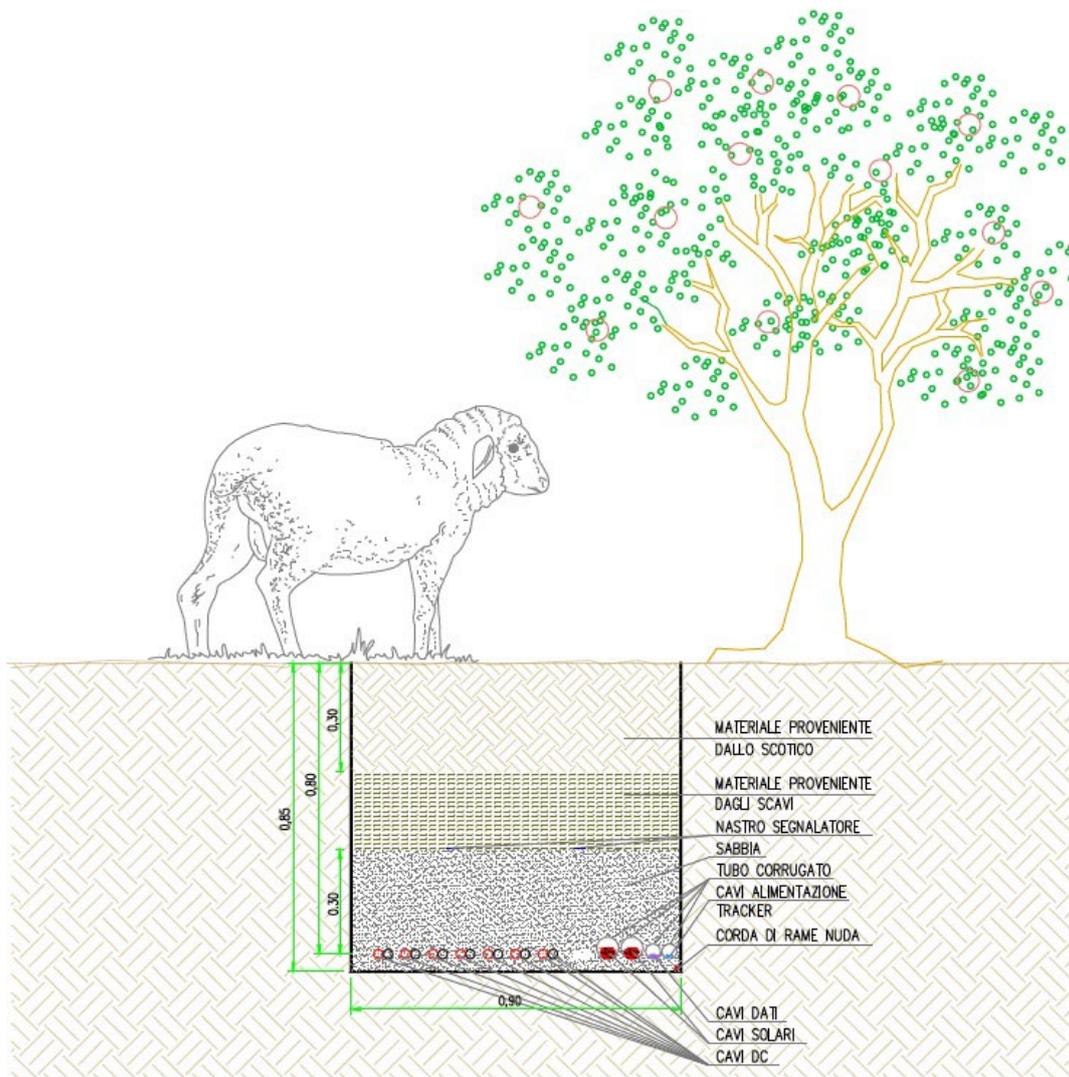
Le strutture sono costruite in acciaio zincato e alluminio mentre la bulloneria è in acciaio inox. L'elevata resistenza alla corrosione garantisce una lunga durata e offre la possibilità di un riutilizzo completo.

7.8 Cavidotti

All'interno del campo agrivoltaico verranno realizzati cavidotti per il reticolo dei collegamenti elettrici in bassa tensione utili al collegamento tra le centraline dei tracker, le cassette stringa dei moduli fotovoltaici e i quadri di parallelo Inverter localizzati nello Skid dell'Inverter Station.

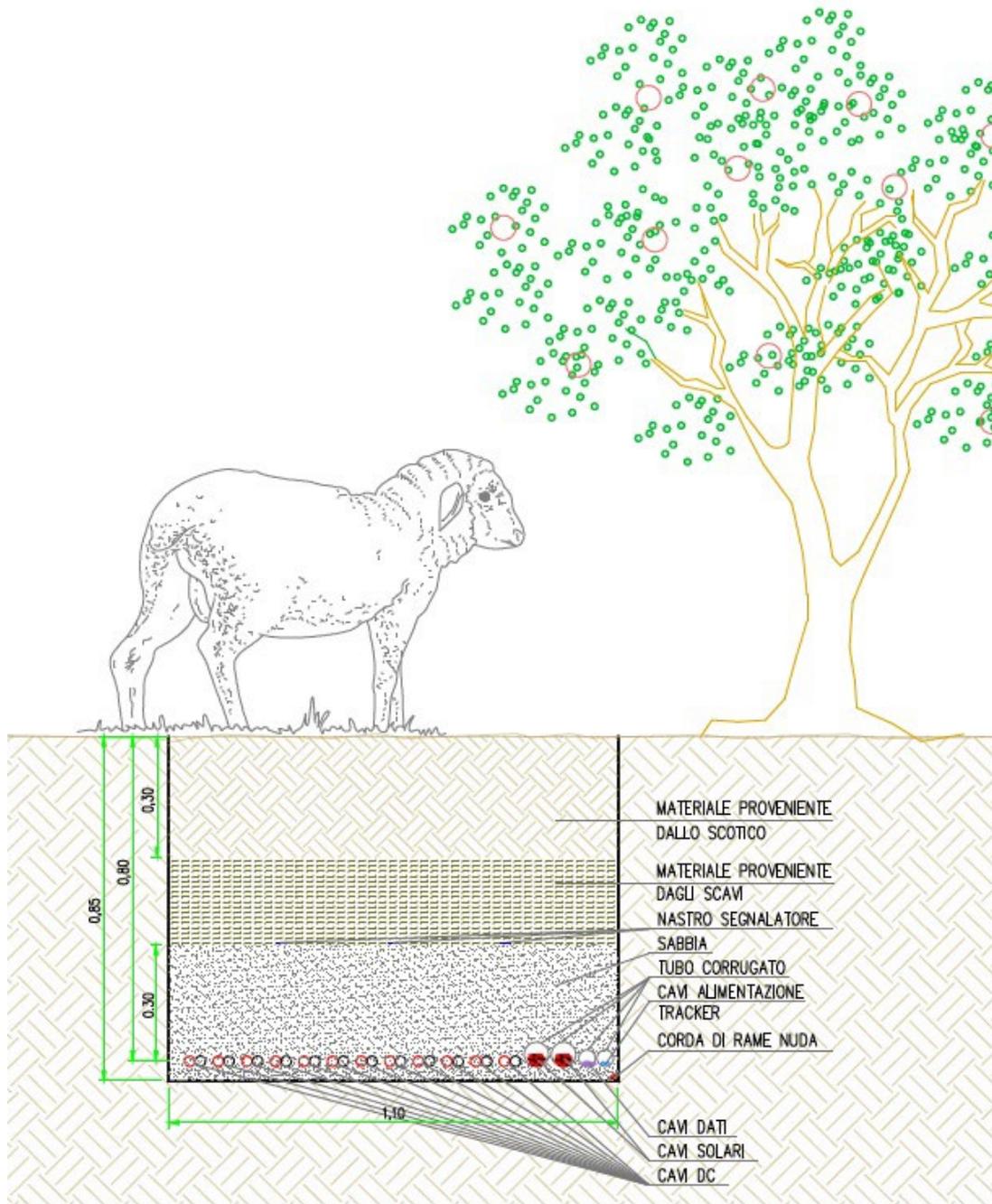
Particolari tecnologici cavidotti BT

Sezione tipo 90 cm



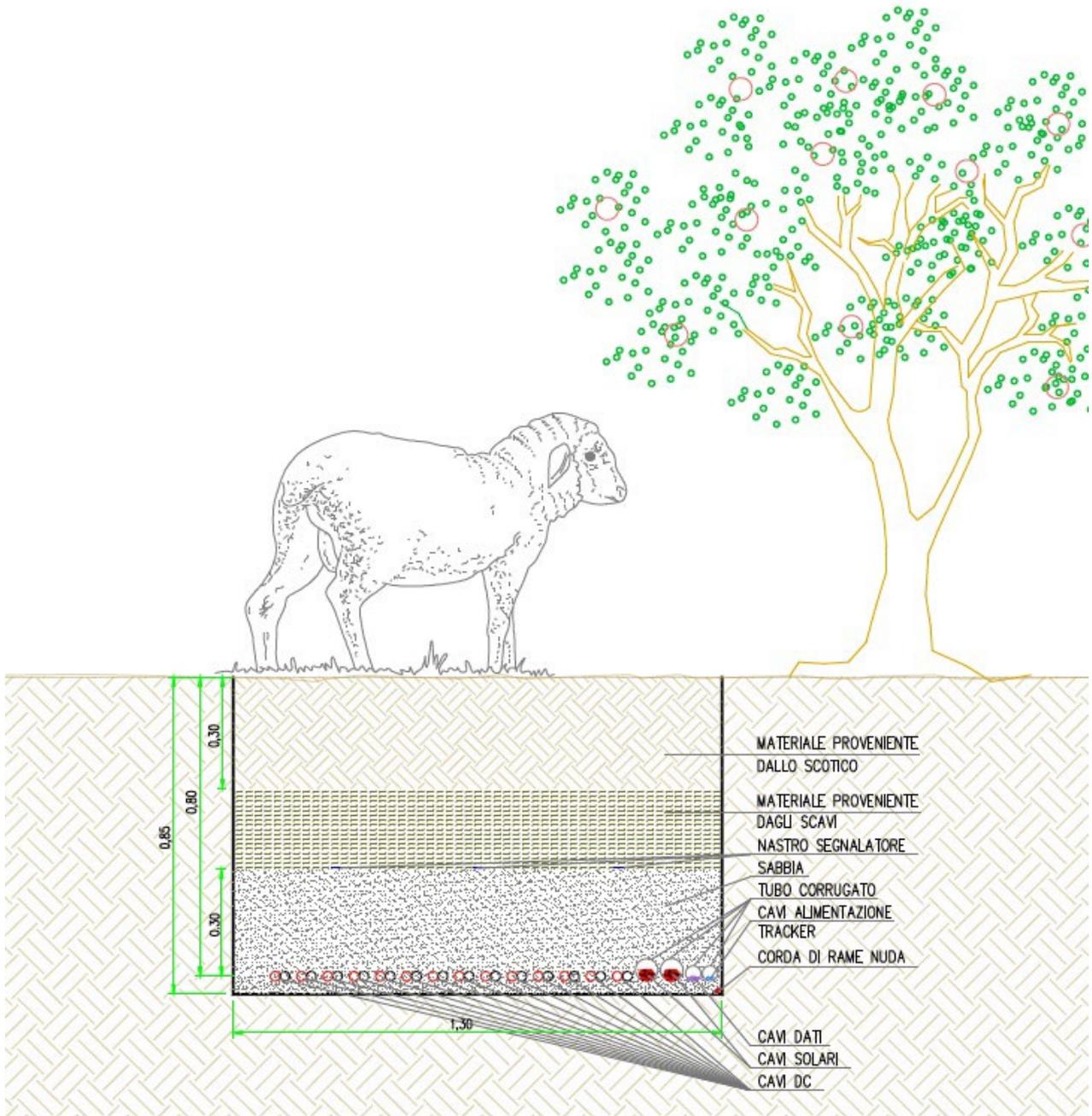
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 110 cm



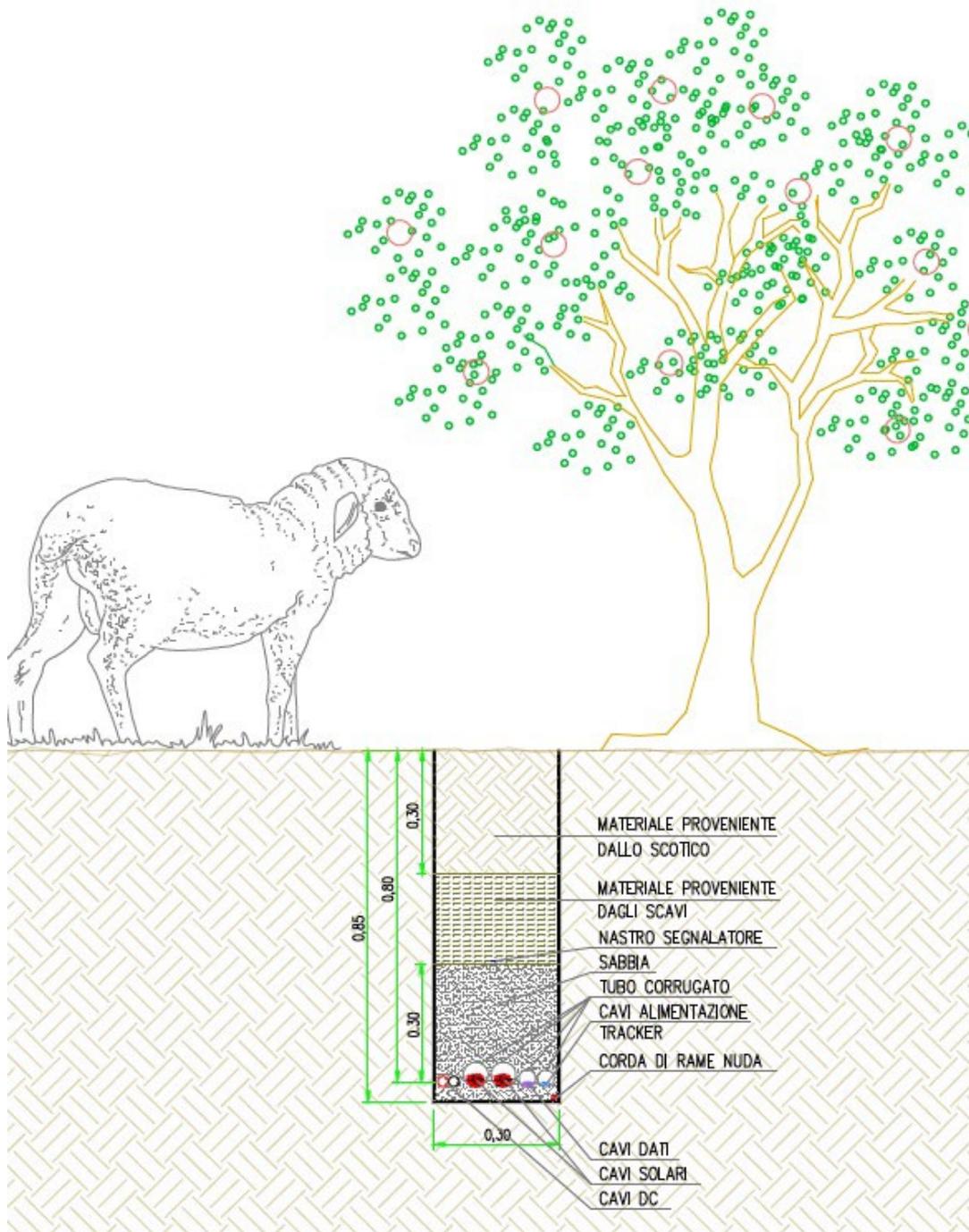
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 130 cm



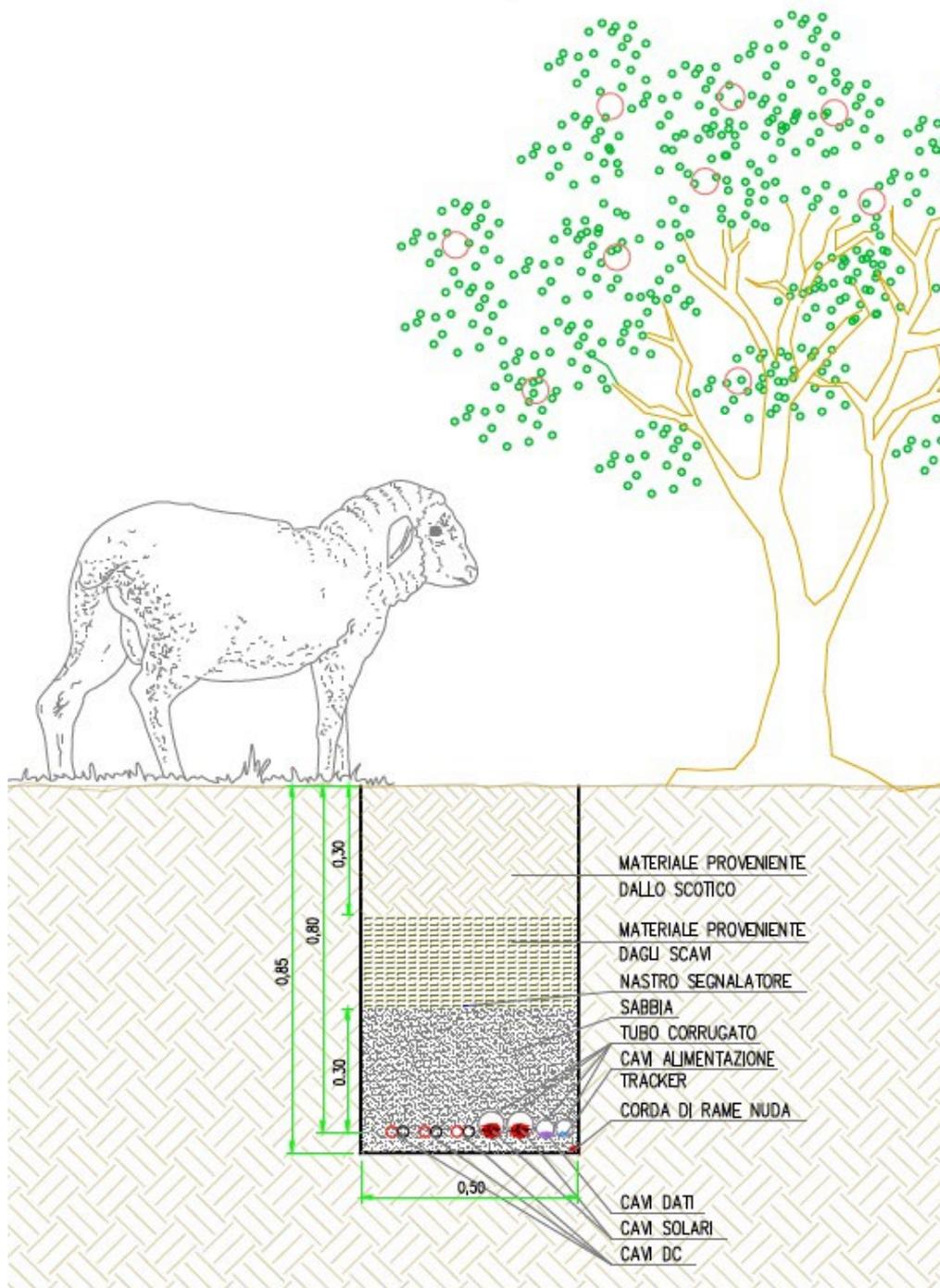
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 30 cm



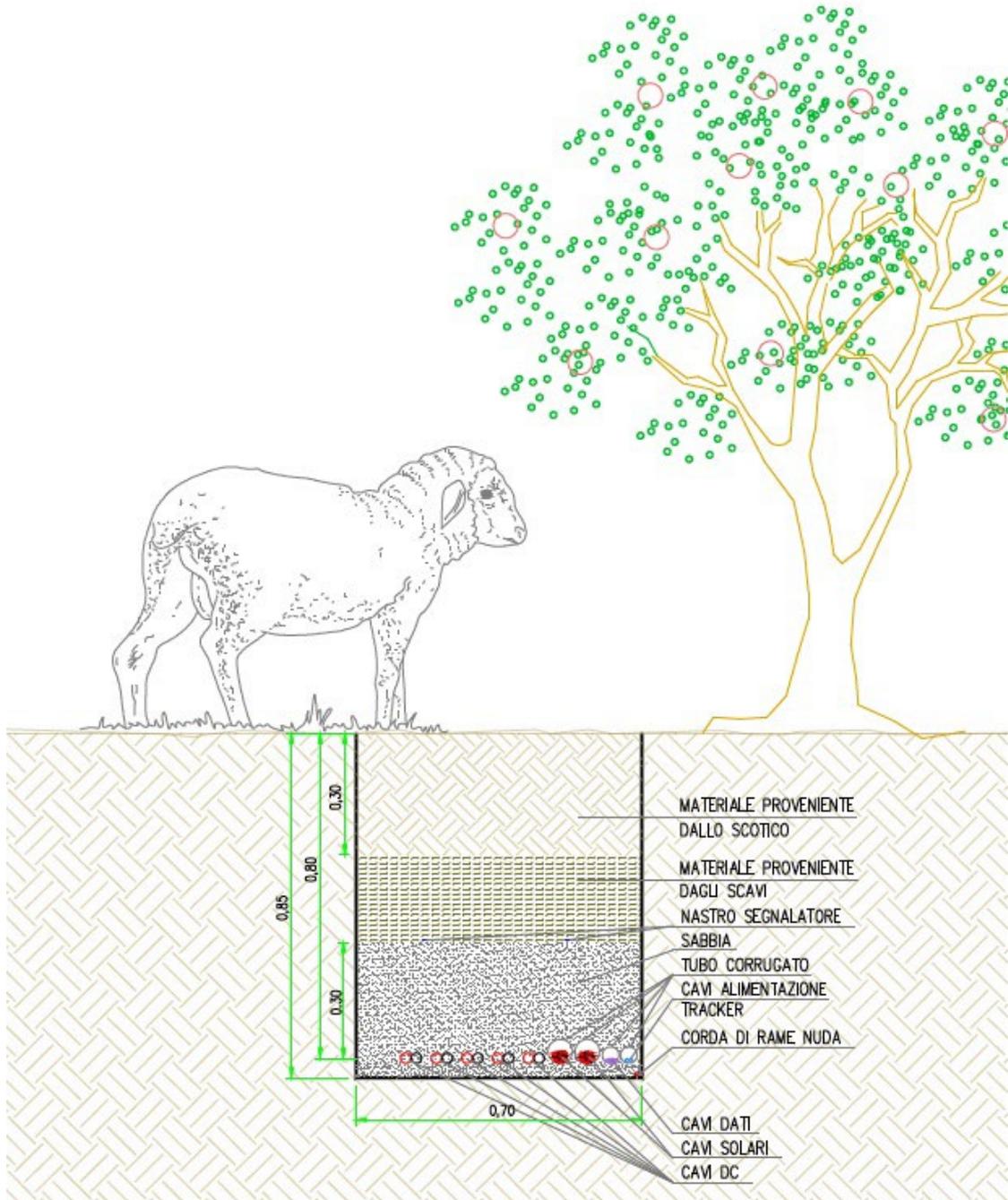
Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 50 cm



Sezione cavidotto BT

Sezione tipo 70 cm

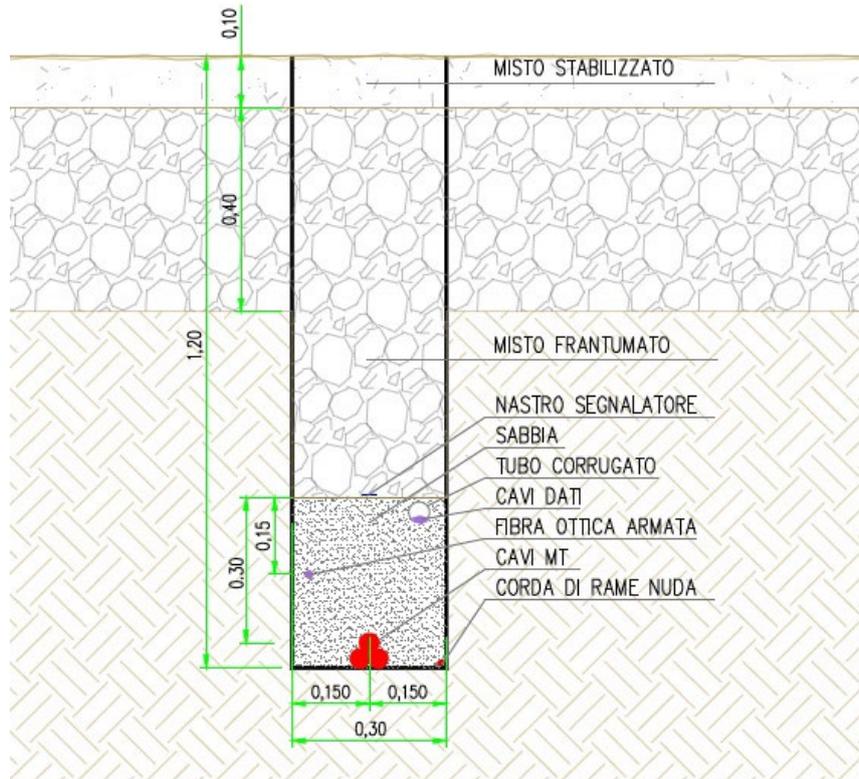


Sezione cavidotto BT

Oltre al reticolo in bassa tensione verranno realizzate le dorsali in media tensione per collegare le Cabine di conversione Inverter (Power Station) alle cabine Ausiliarie MT ed alla cabina MT localizzata nella Stazione Elettrica di impianto MT/AT.

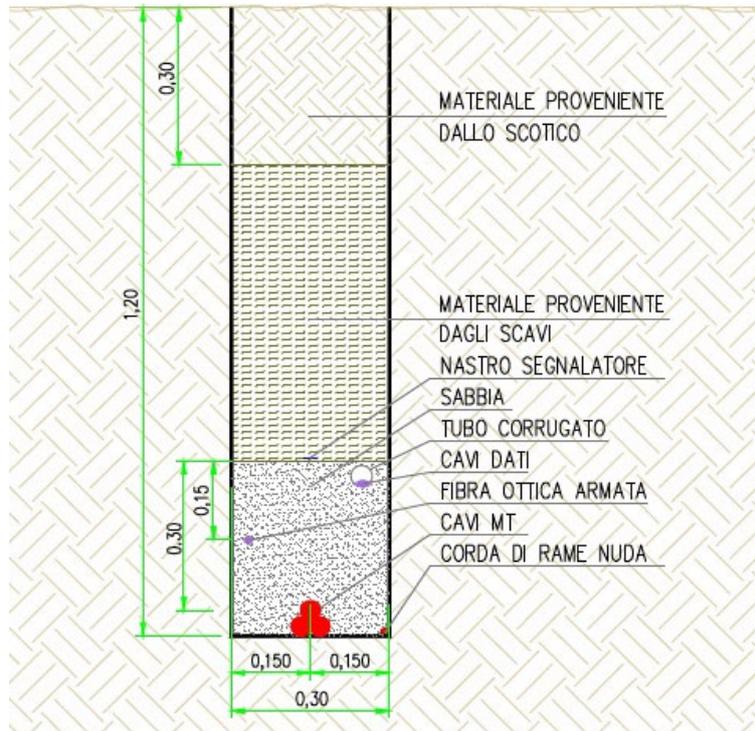
Particolari tecnologici cavidotti MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



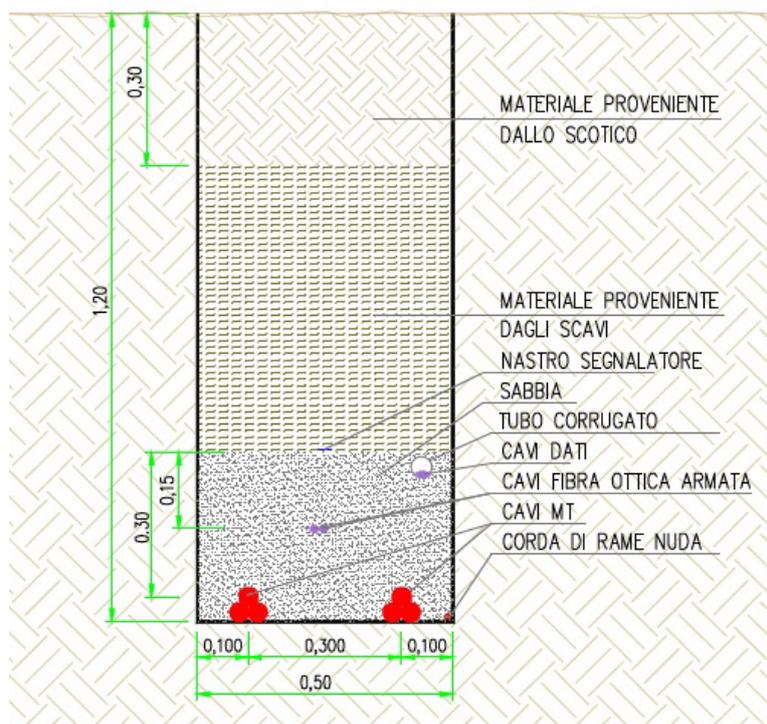
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 30 cm "n. 1 terna di cavi MT"



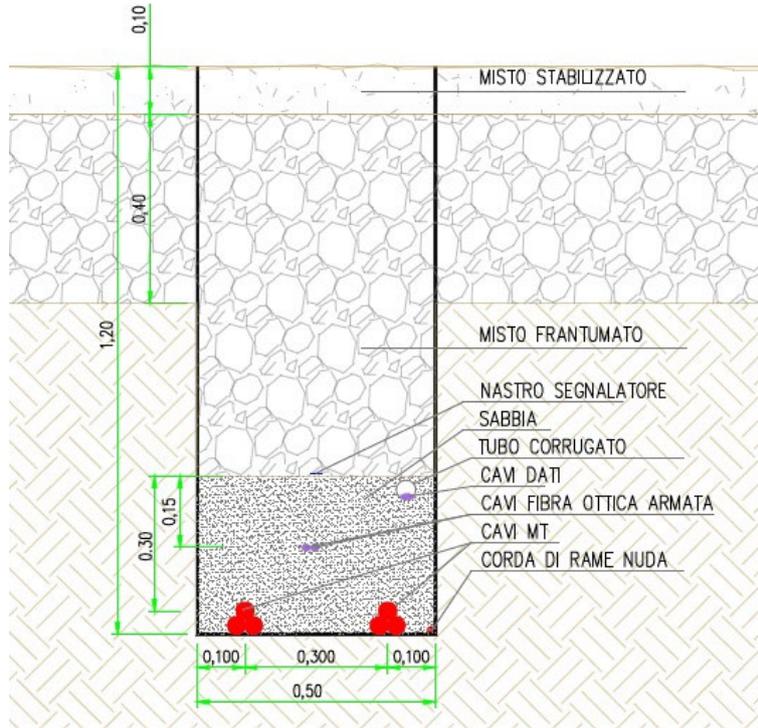
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



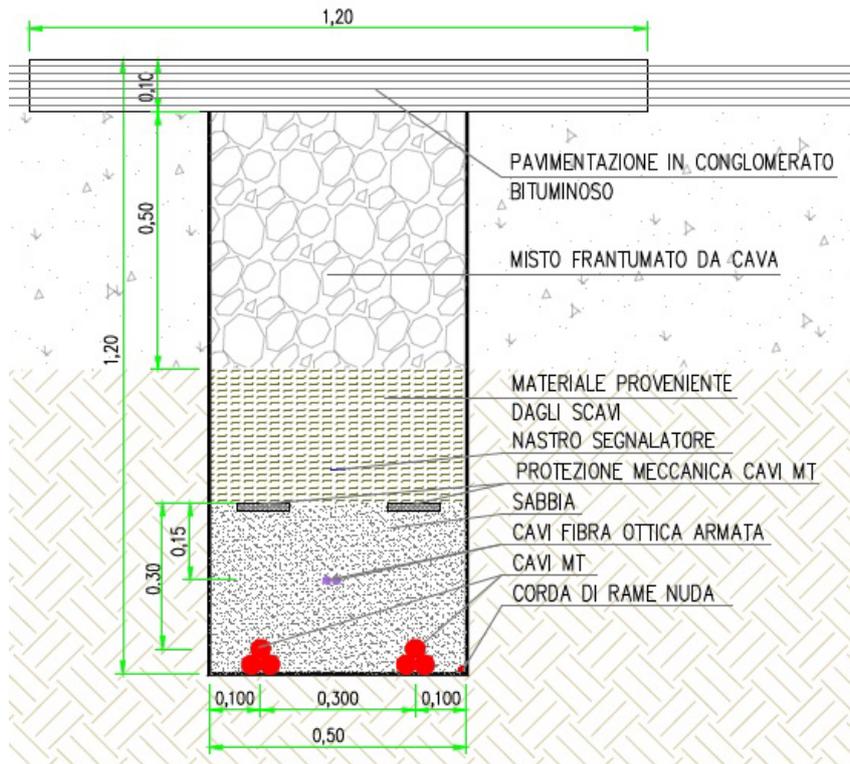
Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

Sezione tipo 50 cm "n. 2 terne di cavi MT"



Sezione cavidotto MT

7.9 Sistema di regimentazione delle acque

Il progetto dove necessario potrà prevedere la realizzazione di cunette drenanti, per la raccolta e l'allontanamento delle acque superficiali di varia provenienza mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica. Tali interventi consentiranno un'azione protettiva del terreno.

7.10 Trattamento del suolo

Al termine dei lavori di installazione dell'impianto seguirà una prima annata agraria in cui verranno solo compensate le irregolarità e i solchi causati dal transito di mezzi pesanti con terreno bagnato, lasciando germinare liberamente tutte le sementi di piante infestanti presenti nel terreno in relazione al succedersi delle stagioni, avendo cura che nessuna specie giunga alla maturazione e allo spargimento ulteriore di semi infestanti, tramite una sistematica trinciatura con trattore e trincia sarmenti nelle interfile e nelle aree libere, con trattorino trincia erba nelle zone intermedie e con il decespugliatore in quelle irraggiungibili con altri mezzi.

Dopo una completa annata agraria, a partire dall'inizio dell'estate verranno eseguite una serie di lavorazioni finalizzate ad ottenere nell'anno successivo una semina estesa per tutta la dimensione del sito e idonea a realizzare un omogeneo manto superficiale vegetato, differenziando le biocenosi erbacee tra le aree in ombra e le aree di interfila e in relazione alla natura fisica del suolo e alle sue caratteristiche pedologiche. Si prevede l'introduzione di essenze erbacee opportunamente scelte tra quelle tipiche e storicamente presenti in questi luoghi prima della diffusione dell'agricoltura intensiva.

Le operazioni colturali inizieranno il dissodamento manuale di tutte le aree perimetrali "di colletto" di qualsiasi palo, basamento, pozzetto o comunque di tutto ciò che emerge dal terreno, badando in particolare a eliminare rizomi e fittoni. Poi si interverrà con una grossa zappatrice semovente per smuovere in profondità il terreno nelle aree adiacenti alle zone di "colletto" suddette e nelle aree dove i pannelli sono più vicini al suolo e dovunque ci siano strutture che possano limitare il passaggio in altezza al di sotto dei due metri. Il passaggio successivo sarà di intervenire con una vangatrice portata da un trattore di medie dimensioni con arco di protezione reclinabile, per ridurre al massimo l'ingombro in altezza, penetrando all'indietro perpendicolarmente all'interfila e tornando all'esterno vangando a brevi strisce parallele tutta la superficie sottostante i pannelli.

Solo a questo punto sarà possibile procedere alla preparazione meccanica del terreno di tutti gli ampi spazi liberi tra le file e delle aree perimetrali, da eseguire con un trattore di maggiore potenza, tramite rippatura seguita da moto vangatura e da diversi passaggi di affinamento, in periodi in cui il terreno sia in idonee condizioni di tempera, per evitare la formazione di zolle persistenti, di difficile gestione in relazione alla germinatura delle sementi più minute.

Dopo che tutto il terreno sarà stato predisposto alla semina, al momento del primo abbassamento di temperatura durante il mese di settembre, si procederà ad una finta semina, cioè alla preparazione di un perfetto letto di semina senza poi effettivamente deporre alcuna semente nel terreno. Nei mesi successivi nasceranno e si svilupperanno tutti i semi presenti nello strato superficiale del terreno, che non riusciranno a raggiungere uno stadio riproduttivo per il sopraggiungere dell'inverno. Verso la fine di gennaio o comunque entro febbraio, non appena la temperatura si comincerà ad alzare per alcuni giorni consecutivi e in condizioni di persistente tempo sereno, si provvederà con un decespugliatore a eliminare le crucifere e altre specie che durante l'inverno avranno raggiunto maggiori dimensioni. Si procederà nuovamente all'affinatura del solo strato superficiale del terreno, compattato dalle piogge invernali, intervenendo necessariamente con piccoli attrezzi muniti di fresa negli spazi sotto ai pannelli e nelle vicinanze delle infrastrutture, mentre negli spazi liberi ad una erpicatura

superficiale seguirà una fresatura. Si potrà finalmente procedere alle semine, differenziate tra zone in ombra e spazi liberi, di tutta la superficie dell'impianto.

Le sementi erbacee da utilizzare per la rinaturalizzazione dei siti saranno prevalentemente specie tappezzanti e saranno scelte in base a studi di archeologia botanica appositamente predisposti, raggiungendo il duplice obiettivo di rifertilizzare i terreni mettendoli a riposo e restituendo sostanza organica attraverso la trinciatura di tali essenze, e di risanare la biodiversità, ripristinando la vegetazione naturale potenziale dell'area, tramite la ricostruzione di biocenosi relitte e di ecosistemi paranaturali, riferiti ad una presunta vegetazione climax.

7.11 Trasporto di materiali

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

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

7.12 Uso di risorse

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

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

8. OPERE ELETTROMECCANICHE

Le opere elettromeccaniche constano in:

- posa delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- posa dei moduli fotovoltaici, compresi i collegamenti elettrici;
- posa delle apparecchiature per la conversione ed il controllo dell'energia fotovoltaica prodotta;
- posa dei quadri di campo;
- posa delle condutture interrato in corrente continua e in corrente alternata, in bassa tensione;
- posa delle apparecchiature di protezione e comando per le cabine elettriche;
- posa degli impianti di terra delle cabine elettriche;
- realizzazione stazione elettrica 150/30 kV.

8.1 Dati Generali (Tipologico Configurazione)

Il sistema di generazione nella sua interezza è composto da 77.818 moduli, ciascuno da 585 Wp, per una potenza nominale complessiva di 45.524 kWp e da un totale di 11 inverter con potenza nominale in uscita complessiva di 38,532 kVA (a temperatura ambiente di 45°C) suddivisi in 11 unità di conversione DC/AC e trasformazione BT/MT della tipologia a SKID outdoor (Inverter Station).

I complessivi 77.818 moduli FV, saranno disposti in file su tracker in stringhe da 26 moduli FV ciascuna, così come riportato nell'elaborato planimetrico in allegato (Planimetria di progetto). I cablaggi in DC, di sezione opportuna, saranno disposti negli Skid Outdoor. Le linee elettriche di potenza in DC hanno origine dai moduli fotovoltaici, sono di tipo solare (H1Z2Z2-K ex FG21M21) sezione pari a 4/6/10mmq. I moduli saranno collegati in serie in modo da realizzare stringhe che presentino caratteristiche elettriche compatibili con il sistema di conversione. Le disposizioni delle stringhe nel campo agrivoltaico saranno studiate in modo da facilitare i collegamenti e le future ispezioni e manutenzioni. Le suddette stringhe faranno capo a delle string box, installate 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. Le string box avranno caratteristiche assimilabili a:

Max tensione DC 1500V;

Fusibili lato DC da 12 a 20A;

Max corrente in uscita 315A;

Protezione da cortocircuito su entrambi i poli;

Sezionatore di uscita 400A;

Grado di protezione max IP54 e case resistente ai raggi UV.

Gli inverter in progetto, citati nel paragrafo 8.2, avranno tensione di uscita da 550 - 600 e 650V, saranno collegati ai trasformatori BT/MT e saranno installati all'interno delle Power Station citate. Queste saranno disposte in posizione baricentrica rispetto alle stringhe ad esse collegate nella relativa partizione di campo.

Attraverso barraggi di rame di adeguata sezione, comunque previsti dal fornitore di inverter, i

convertitori saranno collegati ai trafo step-up BT/MT, elevatori fino a 30kV, che avranno caratteristiche come sotto indicate:

Isolamento in olio/resina;

Tenuta stagna per applicazioni all'aperto ONAF;

Potenza:

- 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA)
- 3060kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 3.06MVA)
- 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA)
- 4600kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.6MVA)

Controlli di livello, pressione, temperatura.

Il quadro di MT presente in ogni Power Station, sarà di tipo modulare, MV trifase concepito per impianti fotovoltaici.

Le principali caratteristiche meccaniche ed elettriche saranno:

Tensione di isolamento 36kV;

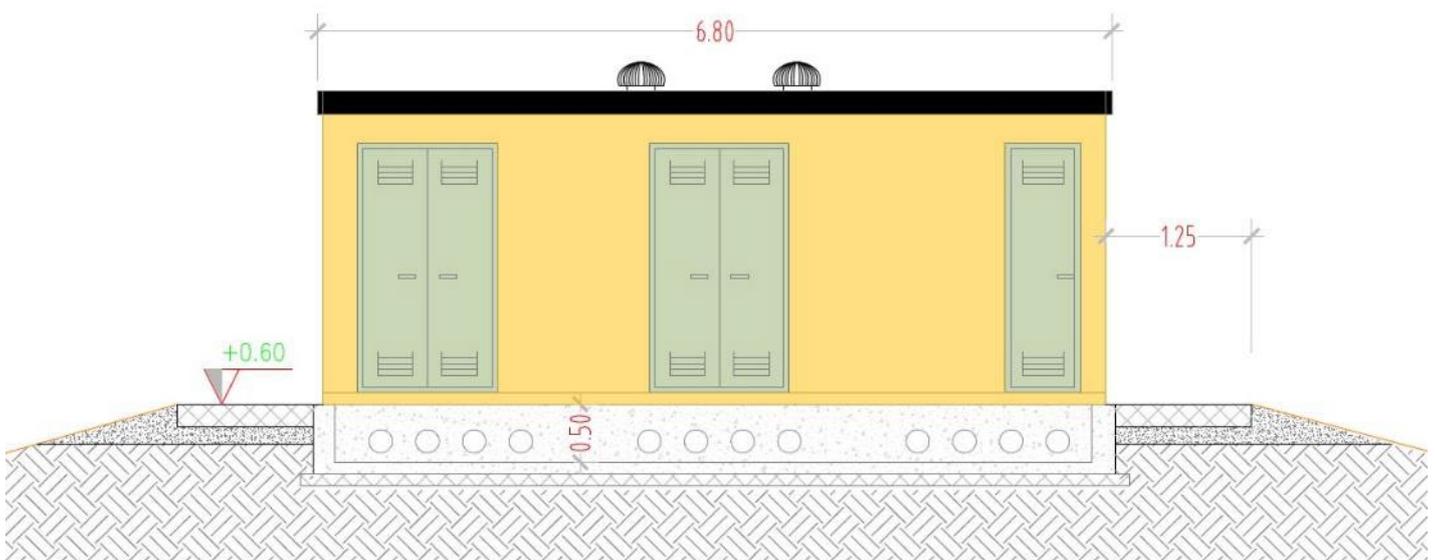
Tensione nominale 30-33kV;

Corrente nominale 630A;

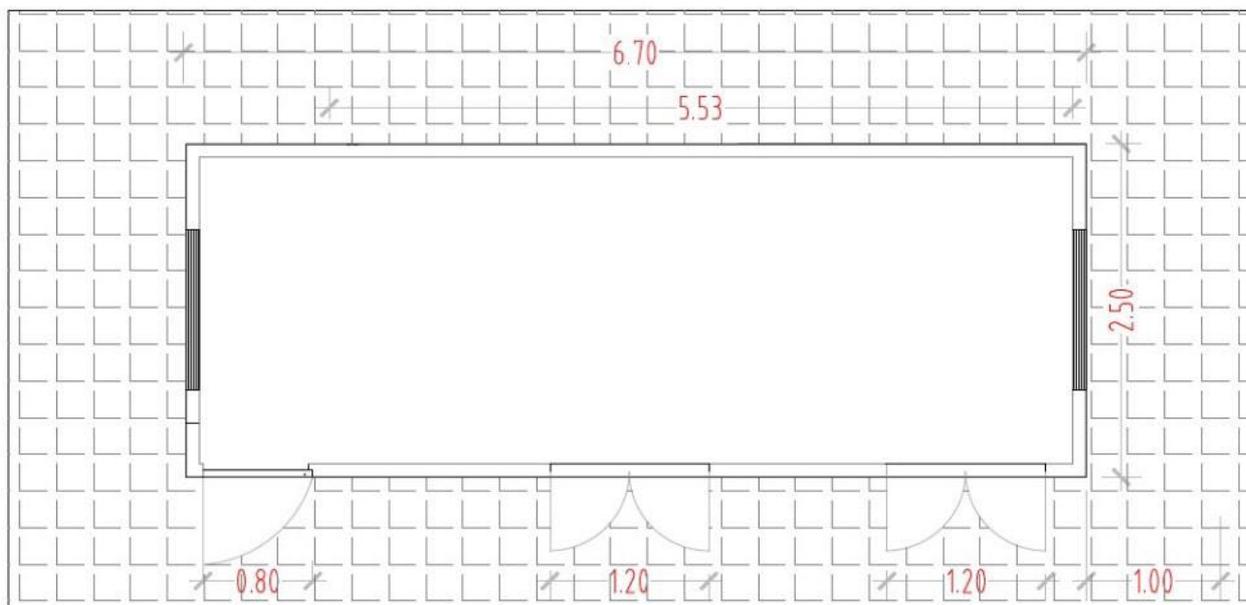
Corrente di breve durata 12,5kA.

All'interno delle Power Station, a livello di Media Tensione, saranno installati i gruppi misura per il monitoraggio della produzione di energia di ogni partizione di impianto riferito alla Power Station.

Essendo l'impianto composto da diverse porzioni di campi fotovoltaici, le linee di Media Tensione delle Power Station di ogni sottocampo, faranno capo a 2 Cabine Ausiliarie MT, nelle quali saranno posizionati i quadri generali di Media Tensione.



Particolare Prospetto Frontale Cabina Ausiliaria



Particolare Pianta Cabina Ausiliaria

Le linee di Media Tensione a 30kV dalle Power Station di ogni sottocampo si attesteranno alle Cabine Ausiliarie MT. Da qui proseguiranno le linee 30kV generali fino alla cabina elettrica di MT principale, situata nella SSE Step up di elevazione tensione di nuova realizzazione.

Nei locali MT della Cabina Elettrica in SSE verrà posizionato il quadro generale di Media Tensione e sarà equipaggiato con i sistemi di protezione così come previsto dalla normativa vigente in materia CEI 0-16.

Dalla nuova SSE di impianto quindi, dove si prevederà il TRAF0 step-up, 30/150kV ed il relativo stallo di AT, partirà un collegamento elettrico con cavo in AT in posa interrata che raggiungerà la SE Terna.

Si rimanda all'allegato di progetto Schema elettrico unifilare generale, per le ulteriori informazioni di interconnessione apparecchiature.

I cablaggi AC in BT saranno disposti in cavidotti interrati, i cavi in MT saranno anch'essi interrati come da sezioni di scavo indicati nella presente relazione. Ad ogni loro estremità essi sono contrassegnati mediante fascetta identificativa numerata. I colori dei conduttori sono quelli normalizzati UNI. La sezione dei cavi utilizzati varia a seconda delle distanze relative tra le strutture, i quadri di parallelo in DC, gli inverter, i quadri di sottocampo in AC, i trasformatori e la cabina di consegna, sezionamento, misurazione e interfaccia con la rete.

L'impianto sarà altresì dotato di una centrale di comunicazione per il monitoraggio, diagnosi a distanza, memorizzazione e visualizzazione dei dati; essa raccoglie continuamente i dati degli inverter e, come data logger, offre la possibilità di visualizzare i dati e di archivarli per ulteriori elaborazioni. Sono previsti, inoltre, i sensori che permettono, grazie alla cella solare integrata per la misurazione dell'irraggiamento e alla sonda per la misurazione della temperatura dei moduli, di calcolare la potenza nominale e compararla con quella effettivamente misurata degli inverter, verificando lo stato di efficienza dell'impianto. I sensori potranno essere collegati tramite la connessione seriale RS 485 al Data Logger, da cui è possibile trasmettere i dati a un PC per ulteriori analisi.

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete, l'impianto è provvisto di protezioni particolari che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica. I dispositivi prescelti lavoreranno in MT fino alla cabina MT principale di raccolta localizzata, come precedentemente segnalato, presso la nuova Sottostazione Elettrica dove la tensione verrà elevata da 30 kV a 150 kV. Tali dispositivi saranno dotati di blocco per tensione e frequenza fuori dai limiti, garantendo la sconnessione dalla rete e lo spegnimento dell'impianto per valori di tensione e frequenza di rete esterni al range prefissato. Il costruttore dei dispositivi assicura che il proprio dispositivo soddisfa le prescrizioni tecniche del Gestore di rete.

In particolare saranno utilizzati, ai fini della messa in opera dell'impianto, cavi del tipo H1Z2Z2-K sul lato continuo, FG16OR16 lato alternata BT, del tipo ARG7H1RX e/o ARP1H5EX non propaganti l'incendio e la fiamma sul lato in MT.

Le sezioni dei conduttori da impiegare sono tali da non causare una caduta di tensione complessiva superiore al 3%.

L'impianto sarà dotato di protezioni di linea conformi alla normativa e collegato alla rete di terra.

Il quadro di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete è messo a terra mediante conduttore equipotenziale in rame con guaina giallo-verde attestato alla rete di terra dell'Inverter Station.

La sezione del cavo di protezione è scelta rispettando la Norma CEI 64-8 e la Guida CEI 82-25.

Il sistema di conversione DC/AC costituisce l'interfaccia tra il campo agrivoltaico e la rete di utente in corrente alternata.

8.2 Inverter

Gli inverter di impianto, in totale 11, della potenza nominale come sotto:

- N.2 da 2660kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 2.66MVA)
- N.3 da 3060kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 3.06MVA)
- N.5 da 4200kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.2MVA)
- N.1 da 4600kVA, avente primario 0,6kV e secondario 30kV (POWER STATION 4.6MVA)

e saranno installati, come detto, in 11 Power Station dislocate in modo baricentrico.

Le loro caratteristiche tipologiche principali sono:

Dati Caratteristiche Inverter 2660kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3667 kW

Range di tensione CC, MPPT UCC 880-1325 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 2566 kVA a 35°;

Corrente CA nominale CA 2566 A a 35°;

Tensione nominale: 600V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);

Fattore di potenza: 0.8.

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %

Europeo grado di efficienza 98,6 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2815W x 1588D x 2318H

Peso ca. 3400 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C

Classe di protezione IP65.

Dati Caratteristiche Inverter 3060kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 3067kVA

Range di tensione CC, MPPT UCC 976 - 1153 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero MPPT: 2;

Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 3067 kVA a 25°;

Corrente CA nominale CA 2566 A a 25°;

Tensione nominale: 690V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);

Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %;

Europeo grado di efficienza 98,6 %.

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H

Peso ca. 3400 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C

Classe di protezione IP65.

Dati Caratteristiche Inverter 4200kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4200kVA

Range di tensione CC, MPPT UCC 921 - 11325 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero MPPT: 2;

Numero ingressi in CC: 24.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4200 kVA a 25°;

Corrente CA nominale CA 3850 A a 25°;

Tensione nominale: 630V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷63 Hz);

Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,7 %

Europeo grado di efficienza 98,6 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2780W x 1588D x 2318H

Peso ca. <3700 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C

Classe di protezione IP65.

Dati Caratteristiche Inverter 4600kVA:

Valori di ingresso

Potenza nominale CC 4600kVA

Range di tensione CC, MPPT UCC 973 - 1153 V

Corrente max CC I_{max} CC 4750 A;

Numero MPPT: 2;

Numero ingressi in CC: 26.

Valori di uscita

Potenza CA nominale PCA 4600 kVA a 25°;

Corrente CA nominale CA 4140 A a 25°;

Tensione nominale: 690V 3F;

Frequenza f 50Hz (47÷53 Hz);

Fattore di potenza: 0.8

Dati elettrici

Max. grado di efficienza 98,9 %

Europeo grado di efficienza 98,7 %

Dati Meccanici e Tecnici

Larghezza / Altezza / Profondità [mm] 2815W x 1588D x 2318H

Peso ca. <3700 kg;

Temperatura Ambiente ammessa -25°C + 60 °C

Classe di protezione IP65.

La potenza nominale in uscita complessiva sarà limitata a 38,532 kVA.

8.3 Protezioni

L'impianto è dotato delle protezioni contro l'inversione di polarità all'ingresso dei quadri di parallelo in DC e dell'inverter e contro il ritorno di corrente su una stringa in avaria.

Nei quadri di parallelo in DC e negli ingressi degli inverter sono installati diodi di blocco sulla polarità positiva della stringa e/o dei paralleli stringa.

Contro le sovratensioni, in tutti i quadri di sottocampo e di parallelo in DC sono installati scaricatori di sovratensione del tipo con varistori ad ossido di zinco (SPD – Surge Protective Device – a limitazione di tensione) specifici per impianti fotovoltaici.

Contro il guasto a terra il controllo dell'isolamento verso terra è realizzato dagli inverter che assicurano lo spegnimento automatico e la segnalazione acustica quando l'isolamento tra terra e moduli fotovoltaici è <10 kΩ.

È inoltre prevista la realizzazione di un sistema di terra opportuno, secondo norme CEI 64-8 (lato AC).

I quadri di sottocampo, di parallelo, protezione, sezionamento, misura e interfaccia con la rete sono dimensionati adeguatamente alle caratteristiche elettriche dei moduli, delle stringhe, dei dispositivi di conversione e delle varie morsettiere di collegamento/parallelo costituenti le diverse sezioni dell'impianto.

Le stringhe, in numero adeguato alle caratteristiche di tensione e corrente degli ingressi degli inverter, saranno collegate in parallelo nei quadri in DC, così da permettere il sezionamento di porzioni di impianto non troppo estese e il rispetto dei limiti di corrente e tensione DC degli ingressi agli inverter. Le uscite dagli inverter in corrente alternata, saranno collegate ai trasformatori elevatori BT/MT scelti in funzione delle tensioni e delle potenze disponibili in ingresso.

A bordo inverter, oltre al dispositivo di parallelo, è presente un interruttore magnetotermico - differenziale tetra polare (DDG) che, oltre ad effettuare la protezione di massima corrente, può essere utilizzato per effettuare il sezionamento degli inverter lato rete AC.

In uscita dall'interruttore magnetotermico – differenziale tetrapolare, si effettua il parallelo degli inverter e si avvia il processo di trasformazione BT/MT (0,55-0,6-0,65kV/30kV).

Il quadro generale, in uscita MT, è provvisto di interruttore automatico che assomma le funzioni di Dispositivo Generale Utente e Interfaccia Produttore.

A tale quadro in generale è abbinato un analizzatore di rete per l'indicazione digitale delle misure di V, A, kW, $\cos\phi$, kWh (contatore di energia elettrica prodotta ai sensi delle Delibere 28/06, 88/07, 89/07, 90/07 e ARG/elt 74/08 (TISP), ARG/elt 184/08, ARG/elt 1/08, ARG/elt 99/08 (TICA), ARG/elt 179/08, ARG/elt 161/08 e ARG/elt 1/09 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas), dotato di TA e TV di misura.

L'impianto di generazione sarà stato dotato di idonei apparecchi di connessione, protezione, regolazione e trasformazione, concordati con il gestore di rete, rispondenti alle norme tecniche ed antinfortunistiche.

8.4 Illuminazione

A servizio dell'intera area in cui verrà installato l'impianto agrivoltaico, potrà essere realizzato un impianto di illuminazione notturna, con classe di isolamento II, ed altezza massima dal piano di calpestio pari a 4,5 m.

I corpi illuminanti saranno di tipologia LED ad alta efficienza. Il loro impiego è previsto lungo tutto il perimetro dell'area oggetto di intervento ed in prossimità delle unità di conversione Inverter, per garantire i livelli minimi di illuminamento notturno solo in fase di manutenzione e per garantire condizioni di sicurezza.

Nella scelta del sistema di illuminazione, si dovrà perseguire l'utilizzo di lampade a luce naturale e resa cromatica intorno ai 4000°K, al fine di produrre un basso livello di inquinamento luminoso e garantire la tutela paesaggistica, non alterando la cromia dell'ambiente circostante.

8.5 Stazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico

La porzione di area ove sarà realizzata la Sottostazione Elettrica MT/AT dell'impianto agrivoltaico sarà ubicata a Est delle aree di impianto, rispettivamente a circa a circa 3,5 km.

La nuova sottostazione Utente occuperà una superficie di circa 850 mq (37.3mx22.2m) e sarà essenzialmente costituita di una cabina elettrica con struttura prefabbricata, un trasformatore

150/30 kV e dispositivi AT.

La SE di Utenza si attesterà ad uno stallo condiviso con altri produttori dal quale partirà il cavidotto interrato AT a 150kV di circa 500m che si collegherà in antenna a 150 kV su un nuovo stallo a 150 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 220/150 kV di Villasor.

La linea di connessione AT dalla Stazione Elettrica di Impianto alla Stazione Elettrica RTN di TERNA sarà lunga circa 500 m.

Gli aspetti tecnici specialistici relativi alla realizzazione della Stazione Elettrica di elevazione dell'impianto agrivoltaico in sono trattati nella relazione specialistica *"AU42_Relazione Opere Connessione"*.

9. INTERFERENZE

9.1 INTERFERENZE OPERE DI PROGETTO (CAVIDOTTO CONNESSIONE)

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione di come verrà effettuata la posa del cavidotto, necessario alla realizzazione delle interconnessioni e della connessione elettrica dell'impianto al fine di evitare intersezioni e possibili interferenze.

Nel dettaglio le interferenze e le modalità proposte per la risoluzione delle interferenze sono rappresentate negli elaborati tecnici:

- Tav.57 – Planimetria con individuazione interferenze cavidotto MT
- Tav.58 – Modalità proposta per la risoluzione interferenze

Il tracciato del cavidotto di MT interessa strade esistenti.

La scelta del tracciato dell'elettrodotta dal parco agrivoltaico al punto di consegna è stata dettata dalle seguenti motivazioni:

- a) privilegiare l'uso della viabilità esistente, al fine di non eseguire operazioni di cantiere invasive e potenzialmente impattanti sulle componenti ambientali e paesaggistiche del contesto locale,
- b) minimizzare l'attraversamento di terreni agricoli, al fine di interessare un numero minimo di proprietari nella procedura espropriativa e ridurre l'impatto sulle componenti naturali presenti nelle aree di intervento,
- c) ottimizzare la lunghezza del tracciato, in funzione della fattibilità tecnica delle operazioni di cantiere previste,
- d) minimizzare le interferenze con i sottoservizi esistenti nelle aree di intervento,
- e) minimizzare le interferenze con gli elementi del reticolo idrografico superficiale, mediante l'adozione della tecnica della perforazione orizzontale teleguidata, la quale consente di non interferire con il naturale deflusso superficiale delle acque e di non compromettere le condizioni statiche dei manufatti idraulici esistenti sui canali e impluvi interessati dal tracciato del cavidotto,
- f) garantire la compatibilità idraulica degli attraversamenti da realizzare, interrando i cavidotti ad una profondità scelta in funzione della potenziale erodibilità degli alvei, assicurando un adeguato franco di sicurezza in corrispondenza dei manufatti idraulici interessati,

Gli aspetti tecnici elencati avvalorano la scelta del percorso del tracciato effettuata, motivando, pertanto, **la non delocalizzabilità** degli interventi previsti per la realizzazione della linea di connessione del parco agrivoltaico alla Rete Elettrica Nazionale.

A supporto di quanto detto, prevedendo, contrariamente a quanto scelto, un tracciato della linea di connessione che si sviluppasse prevalentemente in terreni agricoli, si sarebbero riscontrati i seguenti aspetti:

- aumento del numero dei soggetti interessati dalla procedura espropriativa,
- realizzazione di operazioni di cantiere maggiormente invasive e impattanti sulle

componenti ambientali e paesaggistiche del contesto di riferimento

- maggior numero di interferenze con gli elementi del reticolo idrografico superficiale, con il conseguente aumento dell'onerosità degli interventi necessari per la realizzazione degli attraversamenti e per garantirne la relativa sicurezza idraulica.

Alla luce delle osservazioni e delle valutazioni tecniche sopra esposte, si conclude che il tracciato scelto per l'elettrodotto di connessione del parco agrivoltaico alla Rete Elettrica risulta il più vantaggioso sia dal punto di vista della fattibilità tecnica, che dal punto di vista della compatibilità degli interventi previsti con il contesto ambientale e paesaggistico che caratterizza le aree di intervento, giustificando, quindi la non delocalizzabilità degli stessi interventi.

La scelta della tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) per tutti gli attraversamenti, oltre che per motivi di minore interferenza sul regime idraulico e, in generale, minore impatto ambientale, deriva anche dalla impossibilità tecnica di eseguire sistemi alternativi.

In generale, in ogni caso di intersezione degli elettrodotti con il reticolo idrografico, canali idraulici tombati o a cielo aperto, verrà adottata la modalità di risoluzione di tali interferenze adottando la tecnica della trivellazione orizzontale controllata.

9.1.1 Attraversamento con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

Nella presente sezione si rappresenta la tecnica della trivellazione orizzontale controllata.

In prossimità delle interferenze il cavidotto elettrico, posto alla profondità di cm 120 dal piano stradale, verrà spinto oltre l'interferenza con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).



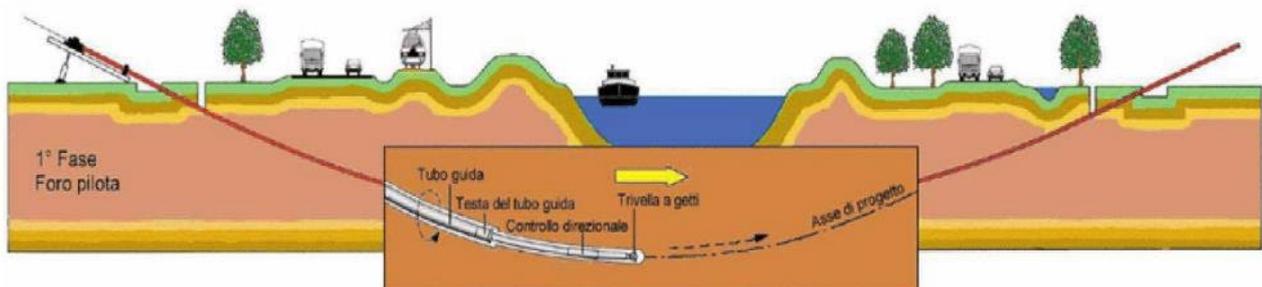
Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

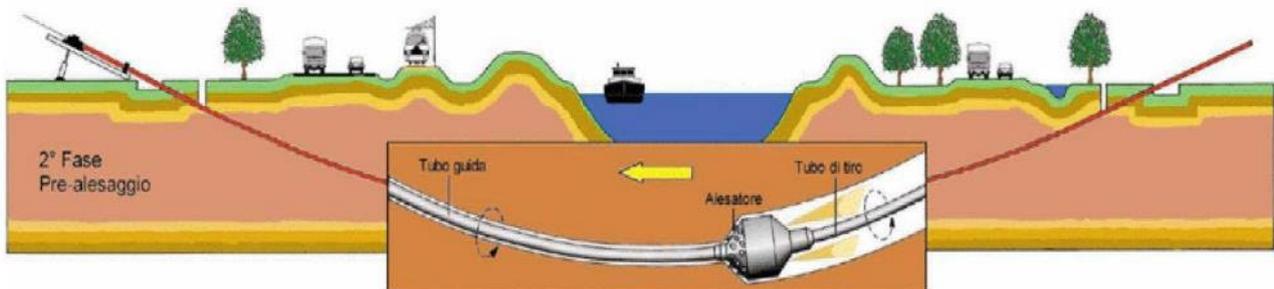
Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\phi = 200 \div 500\text{mm}$). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



Schema della fase di realizzazione del foro pilota.

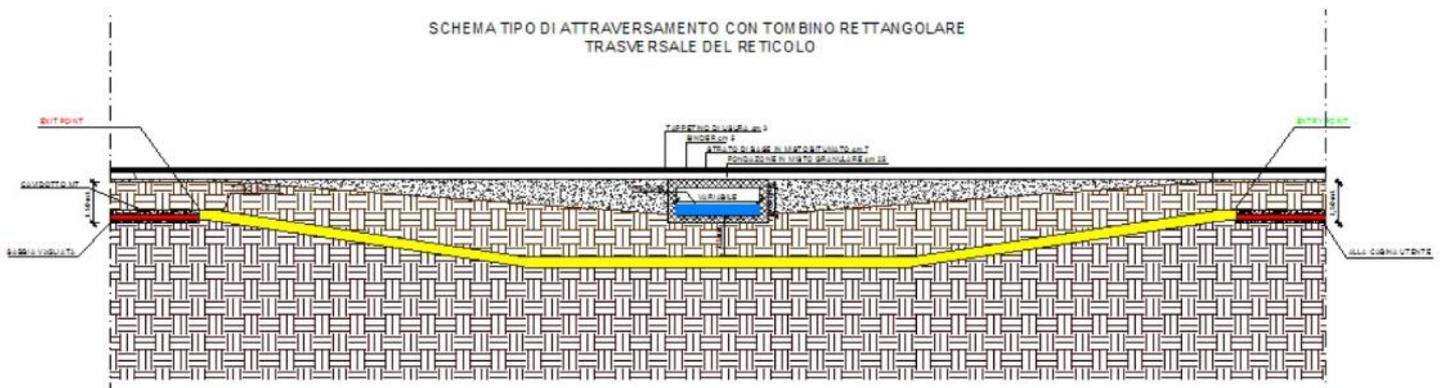


Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.

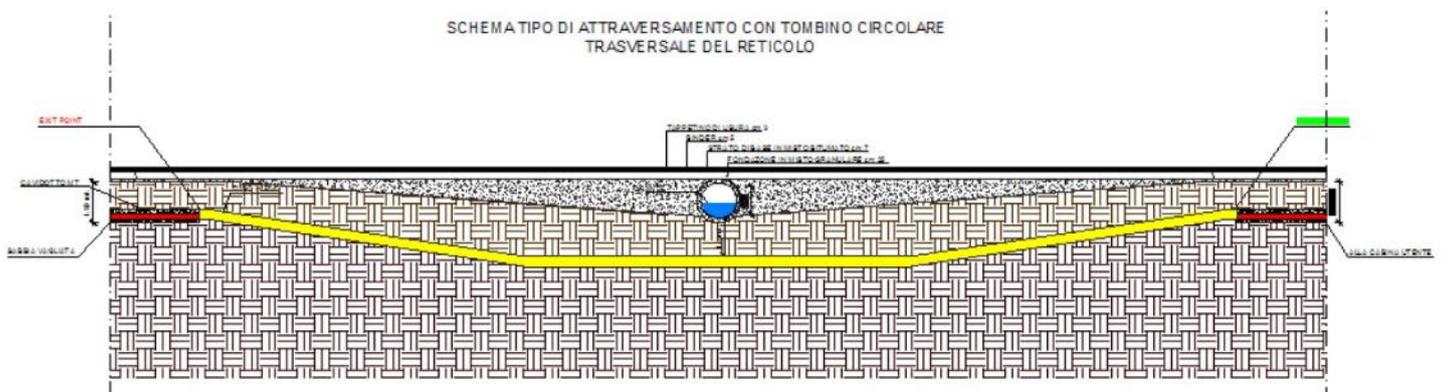
Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi. In genere la trivellazione viene eseguita ad una profondità di almeno 1,50 m sotto l'intersezione (cfr. figure seguenti), mentre i pozzetti di ispezione che coincidono con quello di partenza e di arrivo della tubazione di attraversamento vengono realizzati alla quota del terreno.

L'intervento verrà eseguito rigorosamente in sicurezza al fine di avere il cavo di MT in posizione di

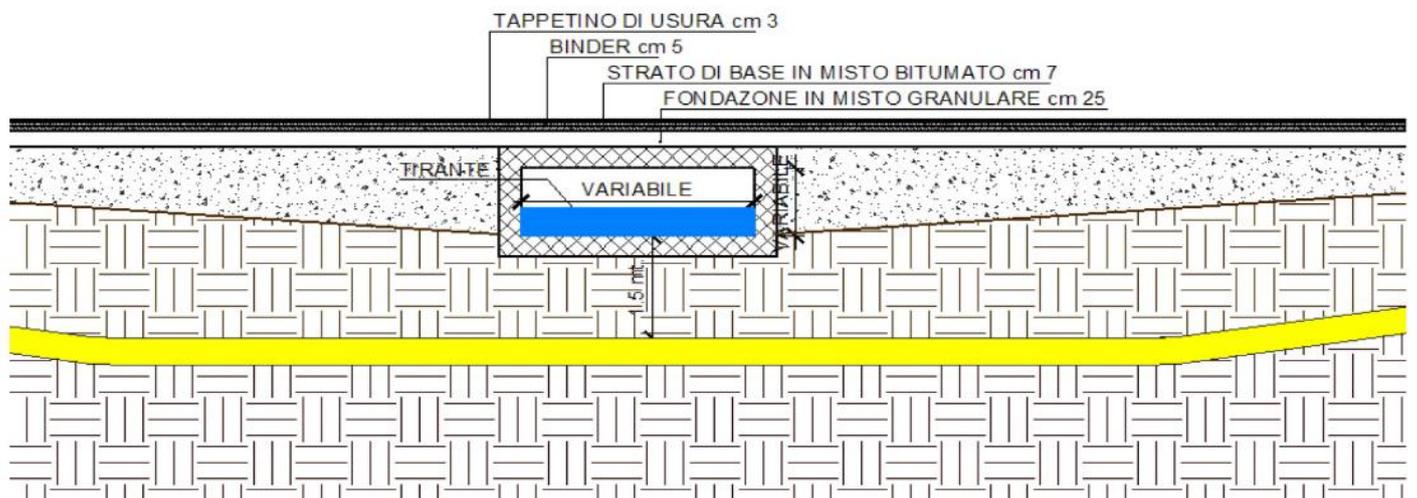
tutta sicurezza rispetto alle possibili interferenze.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di tombino rettangolare.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di tombino circolare.



Posizione del cavidotto rispetto all'alveo.

In sede di progetto esecutivo si raccomanda di effettuare le opportune indagini geologiche e geonostiche al fine di scongiurare la presenza di trovanti ed altri elementi di disturbo che renderebbero difficoltoso l'utilizzo di tale tecnologia.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.

9.2 INTERFERENZE CON LINEE AEREE

Il progetto non prevede la realizzazione di infrastrutture aeree e pertanto non si verificheranno interferenze con le infrastrutture aeree esistenti.

In ogni caso le opere di progetto rispettano i vincoli di servitù e le fasce di rispetto dagli elettrodotti aerei esistenti.

I cavidotti di progetto saranno tutti interrati pertanto eventuali intersezioni con linee aeree esistenti non causeranno interferenze.

10. MANUTENZIONE

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

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

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

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

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

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

11. AGRICOLTURA IN SARDEGNA

La regione Sardegna si caratterizza per un territorio prevalentemente collinare (68%) con un'altimetria media di 334 metri s.l.m. e una superficie complessiva di 24.100 Km² che la collocano al terzo posto tra le regioni italiane per dimensione, dopo Sicilia e Piemonte. La sua conformazione orografica, ma anche le caratteristiche pedologiche e climatiche, pongono numerosi comuni della Regione in una condizione di particolare svantaggio, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo dell'attività agricola. Il territorio, talvolta impervio, non favorisce il proliferare di attività produttive, acuendo in alcune aree il fenomeno di spopolamento e di "deflusso" della popolazione verso le zone costiere dell'Isola. I dati dell'indagine sulle produzioni agricole, condotta dall'ISTAT nel 2013, tracciano un profondo cambiamento strutturale delle aziende agricole sarde. La trasformazione riguarda soprattutto la diminuzione del numero delle aziende e un conseguente aumento della dotazione fisica di terra per azienda, al netto della superficie agricola destinata agli usi edilizi che negli ultimi anni appare sempre più in crescita. Nel decennio 2013-2003 si evidenzia che il numero di aziende agricole operanti sul territorio sardo si è ridotto del 43,5%, mentre a livello nazionale la diminuzione è inferiore e si attesta al 33,4%. Questa evoluzione è legata al fenomeno di abbandono delle piccole realtà agricole, soprattutto quelle a conduzione strettamente familiare che, a loro volta sono state inglobate dalle medie/grandi imprese agroindustriali. Nel confronto con il dato nazionale la contrazione della SAU totale nell'isola è pari allo 0,8%, decisamente inferiore con quanto registrato sul territorio nazionale (-5,6%). Nel traslare l'analisi sulla distribuzione della numerosità delle aziende per classe di superficie totale, si nota che 11.176 aziende appartengono alla classe con superficie con meno di 1 ettaro. Queste, tuttavia, da sole rappresentano lo 0,7% della SAU totale, mentre le 6.297 aziende, appartenenti alla classe di superficie con 50 ettari e oltre, occupano più della metà della SAU totale (60,3%). Infine, le aziende senza terra sono 150, riconducibili la maggior parte ad aziende specializzate nell'allevamento di suini, polli e api.

11.1 Coltivazioni in Sardegna

L'osservazione dei dati 2016/2015 mostra una situazione diversificata per singola coltura praticata. Tra i cereali si nota una diminuzione di superficie per il mais e il frumento duro, rispettivamente del 37,3 e del 5,7%. Per le restanti tipologie di cereali la variazione è nulla e l'andamento rimane pressoché costante. Le colture foraggere mostrano una contrazione della superficie solo per gli erbai dello 0,8%, mentre aumenta la superficie per i prati (+0,1%) tra le foraggere permanenti, e i prati avvicendati (+5,9%) tra le foraggere temporanee. Le colture oleaginose rivelano una situazione stabile rispetto all'anno precedente; tra i legumi secchi, la fava da granella mostra un trend positivo del 15,6%, mentre, per gli altri legumi l'andamento è stabile rispetto all'anno precedente. La superficie investita ad olivo aumenta del 30% nonostante il calo delle produzioni olivicole riscontrato negli ultimi anni, attribuibile ragionevolmente, alla contrazione della domanda per il perdurare della crisi economica. Prosegue la contrazione degli ettari coltivati a uva da tavola e da vino, rispettivamente del 2,2% e del 2%. Mentre per i primi il calo è dovuto alla complessità riscontrata nella coltivazione e all'eccessiva offerta del prodotto proveniente da mercati extra regionali; per i secondi il calo è dovuto principalmente all'abolizione delle quote vigneto con l'introduzione delle nuove autorizzazioni, determinando di fatto una riorganizzazione del settore. Infatti, l'orientamento riscontrato negli ultimi anni ha come obiettivo elevare la produzione di qualità incoraggiando investimenti in nuovi impianti o reimpianti per il rinnovo di vigneti già esistenti. Tra le colture arboree per frutta fresca e frutta secca, il pero e il melo, sono le colture che nel 2016 hanno segnato un trend positivo in termini di superficie investita, rispettivamente del 18,2% e del 6,7%. Mentre, si segnalano valori negativi per l'albicocco che ha ridotto la superficie del 27,8%, resta stabile il mandorlo. Tra gli ortaggi in pieno campo e in serra, le colture con un aumento consistente di superficie coltivata nell'ultimo anno sono il cocomero e il carciofo in pieno campo, il pomodoro in serra. Si riducono notevolmente le superfici della fragola e del cavolfiore e cavolo broccolo in campo, del finocchio e del cocomero in serra. Infine, per il comparto agrumicolo la situazione resta stabile, rispetto all'anno precedente, per tutte le tipologie produttive (arancio, mandarino, clementino e limone).

11.2 Analisi dello stato di fatto

La vegetazione presente nel sito è costituita da uno strato erbaceo coltivato a cereali con presenza di piante autoctone infestanti di natura spontanea. Le aree a seminativo caratterizzano il paesaggio per la quasi totalità e rappresentano il principale tessuto agricolo della zona. Facendo riferimento all'area che sarà interessata dall'intervento, le specie arboree e arbustive risultano per lo più presenti nelle zone esterne alle aree di progetto (eucalipteti e arbusti di macchia). Per ciò che concerne l'Eucalyptus spp. non prevedendo i regolamenti regionali alcun tipo di autorizzazione (in quanto non sono elementi vegetali monumentali e/o storicizzati), non essendoci alcuna ragione per cui questi alberi non possano essere rimossi, non esistendo alcun obbligo di ricollocazione e/o sostituzione in caso di rimozione, saranno espantati. Inoltre, tali piante non risultano legate ad alcun accordo specifico di interesse economico: sulle particelle catastali non risultano attive pratiche comunitarie per l'acquisizione di contributi quali, in via esemplificativa, biologico, OCM, ecc... e gli attuali proprietari, prima di cedere i loro terreni, non hanno in atto alcuna procedura di coinvolgimento delle suddette aree in pratiche di conferimento a disciplinari di qualità. Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza di graminaceae, compositae, cruciferae ecc.. I terreni in esame, dal punto di vista della carta del suolo rientrano tra i "seminativi in aree non irrigue" (cod. 2111). Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso, come campi incolti, praterie nude, cespugliate e arbustate, gariga, macchia mediterranea, ecc... Per quanto sopra asserito la rete ecologica insistente ed esistente nell'area studio risulta pochissimo efficiente e scarsamente funzionale sia per la fauna che per le associazioni floristiche limitrofe le aree interessate al progetto. Infatti, il territorio in studio si caratterizza per la presenza sporadica di piccoli ecosistemi "fragili" che risultano, altresì, non collegati tra loro. Pertanto, al verificarsi di impatti negativi, seppur lievi ma diretti (come distruzione di parte della vegetazione spontanea), non corrisponde il riequilibrio naturale delle condizioni ambientali di inizio disturbo. A causa dell'assenza di ambienti ampi e di largo respiro i micro-ambienti naturali limitrofi non sono assolutamente in grado di espandersi e di riappropriarsi, anche a causa della flora spontanea "pioniera" e/o alle successioni di associazioni vegetazionali più evolute, degli ambienti che originariamente avevano colonizzato. Gli interventi di

mitigazione previsti per la realizzazione del parco agrivoltaico saranno finalizzati, quindi, alla minimizzazione delle interferenze ambientali e paesaggistiche delle opere in progetto. Il progetto non comporta alcuna perdita di habitat né minaccia l'integrità del sito, non si registra alcuna compromissione significativa della flora esistente e nessuna frammentazione della continuità esistente.

11.3 Coltivare il melograno (*Punica granatum*): quadro generale

Il melograno (*Punica granatum* L.) è considerato in Italia un “fruttifero minore” in quanto registra una produzione annuale inferiore alle 100.000 ton. Le principali aree di coltivazione nel mondo sono localizzate nei Paesi extraeuropei, con esempi di sistemi produttivi specializzati negli USA e in Israele. In ambito comunitario le uniche aree produttive degne di nota si trovano in Spagna. In Italia la coltivazione del melograno presenta allo stato attuale una limitata diffusione con la presenza di impianti specializzati negli areali centro-mediterranei del Paese. Il melograno è uno dei frutti domesticati più antichi, unitamente a vite, olivo e fico. Il suo nome, *Punica granatum*, deriva dal latino “malum granatum”, ovvero mela con grano, mentre il nome del genere *Punica* si riferisce alla colonia fenicia dell'attuale Cartagine in Tunisia. Il melograno è considerato originario dell'Asia centrale, dall'Iran al Turkmenistan, e dell'India settentrionale. Oggi il melograno è coltivato in tutto il mondo, nelle zone tropicali e sub-tropicali, nel bacino del Mediterraneo e dovunque il microclima ne permetta la coltivazione. È un arbusto caducifoglio, con una spiccata tendenza a ramificare dalla base e a produrre polloni: può pertanto presentare uno o più tronchi a seconda della forma di allevamento. Si adatta bene a diversi climi e svariati suoli adattandosi bene anche in zone in cui altri fruttiferi di maggiore importanza non produrrebbero in maniera economicamente sostenibile. È infatti tollerante alla siccità, alla salinità, alle carenze di ferro, ad alti contenuti di carbonato di calcio e riesce a dare performance elevate anche su suoli poveri e pietrosi. Teme gli eccessi di acqua (ristagni idrici) ed è impiegata soprattutto in zona aride e semiaride. Risulta particolarmente sensibile ai venti che causano sfregamenti dei frutti tra loro e con i rami e le spine causando danni alla buccia e quindi un deprezzamento del prodotto finale.

11.4 Preparazione del sito

Il sito scelto deve assicurare una stagione estiva prolungata e calda, con molte ore di luce per assicurare una buona colorazione, anche se è preferibile proteggere i frutti dall'esposizione diretta alla radiazione solare per garantire un'elevata produttività, qualità e regolare maturazione dei frutti. Inoltre, un'elevata e precoce escursione termica tra giorno e notte favorisce un'intensa e uniforme colorazione dei frutti. Prima dell'impianto sarà importante prevedere:

1. analisi chimico-fisiche del suolo in modo tale da avere un riscontro della situazione di partenza del suolo sul quale poter in seguito costruire un efficace ed efficiente piano di fertilizzazione.
2. una buona concimazione organica di fondo lungo il filare che permette di avere una riserva organica a lenta cessione negli anni con un'attenzione particolare sulla fauna microbica del suolo che costituisce la vita e la capacità rigenerativa del suolo. Sarà necessaria una lavorazione profonda del suolo. Ciò è necessario in quanto l'impianto è l'unico momento in cui possiamo intervenire sul terreno essendo una coltivazione pluriennale e visto l'uso della pacciamatura. Attraverso questa operazione si mira a favorire un buon sviluppo dell'apparato radicale, presupposto questo, essenziale per un assorbimento efficiente della risorsa idrica e delle risorse nutrizionali che saranno apportate mediante fertirrigazione e per creare un ambiente adatto ad un adeguato sviluppo della fauna microbica. È fortemente consigliato l'uso della pacciamatura lungo i filari, questa impedirà al disotto delle piante lo sviluppo delle infestanti e preserverà il contenuto di umidità del terreno. La plastica bicolore bianca in superficie e nera sul lato a contatto con il suolo è preferibile, in quanto impedisce un riscaldamento eccessivo del suolo che inibirebbe l'attività radicale e microbica con effetto, dunque, sulla produttività della pianta. Il bianco inoltre riflettendo la luce la restituisce alla parte bassa della chioma aumentando la luminosità totale dell'impianto. Sarà auspicabile prevedere un inerbimento permanente dell'interfila che oltre ad incrementare la biodiversità del sito e creare un ambiente predisponente un maggiore sviluppo della pedofauna utile, aumenterà la portanza del suolo e lo preserverà dall'erosione che diversamente eserciterebbero le acque meteoriche su un suolo nudo.

	Codice	Descrizione	U.M.	Q.tà	Prezzo		
INERBIMENTO	2505002	Lavorazione del terreno alla profondità di m 0,3 – 0,5 compreso amminutamento ed ogni altro (Terreno sciolto – medio impasto) onere. Superficie effettivamente lavorata	ha	22	590,00	€/ha	12.980,00 €
	2505003	Fornitura e spandimento di ammendante organico, letame maturo, prevedendo un quantitativo minimo di 3 kg/mq, da eseguirsi tra l'aratura e la finitura superficiale	ha	22	1.170,00	€/ha	25.740,00 €
	2505004	Lavorazione di finitura superficiale del terreno, eseguita con attrezzi a denti, con esclusione di attrezzi rotativi ad asse orizzontale, compreso interrimento ammendante organico predistribuito, fino alla completa preparazione del terreno per la posa a dimora delle piante	ha	22	280,00	€/ha	6.160,00 €
	2504001	Realizzazione di un inerbimento su una superficie piana o inclinata mediante la semina a spaglio di un miscuglio di sementi di specie erbacee selezionate ed idonee al sito in ragione di 50 g/mq, esclusa la preparazione del piano di semina. Inclusa la fornitura di concime ad effetto starter, esclusa la preparazione del piano di semina.	ha	22	0,50	€/mq	110.000,00 €
							154.880,00 €

11.5 Considerazioni irrigue

Il fabbisogno irriguo del melograno risulta basso nei climi temperati e modesto nei climi aridi o semiaridi e varia oltre che per il clima anche in funzione della natura del terreno. La forma migliore di gestione l'irrigazione nel melograno non è quella di seguire programmi e turnazioni fisse d'irrigazione ma gestire la risorsa idrica in funzione delle necessità effettive delle piante che sono determinate dalle caratteristiche proprie della specie, in relazione al clima e alla natura del suolo.

Per applicare tale metodo è necessario conoscere i periodi critici, ovvero gli stadi fenologici, in cui uno stress idrico può determinare una considerevole riduzione quantitativa o qualitativa della produzione. Un sistema d'irrigazione così concepito, in base a parametri climatici come descritto anteriormente può essere migliorato grazie a strumenti che rilevano l'umidità del suolo (tensiometri) che permettono di monitorare con precisione la quantità di acqua incorporata al sistema suolo-pianta in maniera continua così da ottimizzare gli apporti evitando perdite di acqua per lisciviazione, eccessi o deficit idrici grazie a sistemi di alert che indicano con precisione i livelli di eccesso o deficit idrico. È fondamentale che l'acqua sia disponibile e l'impianto venga predisposto prima della messa a dimora delle piante, in modo tale da poter irrigare immediatamente dopo il trapianto. L'irrigazione a goccia è raccomandata con una o, nella maggior parte dei casi, due ali gocciolanti per fila meglio se autopulenti in quanto saranno posizionate tra la superficie del terreno e la pacciamatura e autocompensante per poter assicurare la stessa quantità di acqua e concimi ad ogni pianta su tutta la superficie. L'irrigazione sovrachioma invece non è consigliata in quanto favorisce la presenza di patogeni fungini ed una produzione inferiore poiché i fiori risultano sensibili agli eccessi di umidità. La gran parte della nutrizione delle piante viene effettuata mediante fertirrigazione, tecnica che consente la distribuzione dei fertilizzanti insieme all'acqua d'irrigazione.

Il fabbisogno irriguo della coltura allevata con sistema *intensivo* risulta essere il seguente:

1°, 2°, 3° anno 1.500-2.000 m³/ha

Dal 4°anno i poi 2.000-3.000 m³/ha

Tali valori sono da considerarsi generici e possono subire delle variazioni in funzione dell'andamento specifico della stagione irrigua e in funzione soprattutto della natura del terreno, potendo arrivare anche a 5000 m³ ma potendo essere anche inferiori agli standard. Per la fertirrigazione sarà fondamentale conoscere alcuni parametri:

-
- le esigenze nutrizionali specifiche della coltura;
 - il fabbisogno idrico della coltura;
 - le esigenze dei diversi nutrienti correlate alle principali fasi vegetative della coltura;
 - la fertilità del terreno;
 - le caratteristiche chimiche dell'acqua d'irrigazione;
 - la tecnica fertirrigua, per poterla gestire ed applicare in modo corretto e razionale.

Gestire la nutrizione delle piante mediante fertirrigazione permette un minor impiego di manodopera, un minore utilizzo delle macchine per la distribuzione, una migliore applicazione dei fertilizzanti perché distribuiti nella porzione di terreno effettivamente esplorato dal sistema radicale delle piante, assenza di perdite di nutrienti e di acqua grazie alla precisa localizzazione vicino all'apparato radicale delle colture, assenza di ruscellamenti e percolazioni verso i fiumi e le falde freatiche, possibilità di effettuare le concimazioni anche in quei momenti in cui la coltura non è accessibile ai mezzi meccanici per la loro distribuzione, assenza di polveri nell'aria durante la distribuzione dei fertilizzanti.

Anche la scelta della tipologia dell'impianto irriguo è di estrema importanza. Occorre conoscere il numero e la portata dei gocciolatoi per unità di superficie. Essi devono consentire una erogazione tale da ottenere una continuità di volume di terreno bagnato lungo tutta la linea distributrice, inoltre la superficie di terreno umettata deve essere adeguata alle esigenze della coltura. Bisogna dotare l'impianto irriguo di adeguati strumenti di miscelazione, mentre la scelta delle forme chimiche dei concimi saranno scelte in funzione della natura del terreno. Il melograno è una coltura arborea che produce significative quantità di biomassa e richiede elevate quantità di elementi nutritivi a fronte di una produzione di 200-250 quintali di frutti per ettaro.

Le quantità di cui sopra fanno riferimento a dati indicativi raccomandati in maniera empirica e possono essere una valida base di partenza, ma ogni caso andrà valutato a sé stante in funzione della natura chimico-fisica del terreno, della qualità delle acque di irrigazione, nonché della solubilità del concime per programmare una nutrizione equilibrata e rapportata all'effettive esigenze specifiche per la coltura e per le fasi fenologiche. In generale il melograno, soprattutto dall'esperienza maturata nell'Italia del Sud, ha manifestato sensibilità a carenze di zinco, magnesio e ferro. Quando ci si avvicinerà alla maturazione dei frutti sarà opportuno ridurre il rapporto azoto/fosforo al minimo, ovvero aumentare il potassio, per assicurare un buono sviluppo del colore e l'accumulo di zuccheri negli arilli.

GLI ELEMENTI NUTRITIVI DA SOMMINISTRARE PER PRODUZIONI DI 250-300 QUINTALI DI FRUTTI						
ELEMENTO	Elemento Dose di fertilizzante (kg/ha/anno)					
	Età del frutteto	1	2	3	4	5 +
Azoto (N)		30-40	120-150	150-200	150-200	150-200
Fosforo (P)		20	40	40	50	70-100
Potassio (K)		0	0	150-200	150-200	200-250

prospetto macronutrienti per la coltivazione del melograno

11.6 Combinazione coltura del melograno e fotovoltaico

In generale si può affermare che i tracker offrono protezione alla coltivazione sottostante. Nel caso specifico di un impianto di melograno i vantaggi sono diversi: i tracker elevandosi al di sopra della coltivazione proteggono i frutti dalla radiazione solare diretta; pertanto, avremo una minore incidenza di scottature sui frutti che commercialmente declassano il prodotto a terza categoria. Grazie all'ombra fornita dai tracker l'evapotraspirazione sarà inferiore e dunque la pianta consumerà meno acqua. Le piante avranno una maggiore protezione dalla grandine e dai forti venti che come sottolineato precedentemente danneggeranno il frutto perché a causa dei venti si produrranno dei graffi dovuti allo sfregamento tra il frutto e i rami o, peggio, tra i frutti e le spine.

Lo svantaggio principale della combinazione tra fotovoltaico e melograneto riguarda sostanzialmente l'ombra generata dalla presenza dei tracker che potrebbe tradursi in una produttività inferiore. Tale riduzione della produttività potenziale del frutteto, come anticipato in precedenza, viene compensata da un aumento della qualità commerciale dei frutti in quanto si avrebbe una sensibile riduzione di frutti scottati, graffiati e spaccati e dunque una netta riduzione delle percentuali di frutti appartenenti alla terza categoria o addirittura scarto. Inoltre, per ovviare alla riduzione della produzione dovuta all'ombreggiamento dei tracker sarà previsto un sistema di allevamento diverso che ben si adatterà a tale circostanza in quanto la potatura e l'orientamento della parte aerea permetteranno una maggiore penetrazione della luce

11.7 Proposta migliorativa: inerbimento sotto i trackers

In base ai risultati dell'analisi pedologia e geologica in merito alle condizioni erosive del suolo a seguito di fenomeni piovosi, dopo un'attenta analisi multidisciplinare e multi-criteriale si è arrivati

alla conclusione che un inerbimento nel periodo autunno-invernale consentirebbe di risolvere e/o mitigare il dilavamento del terreno agrario. La superficie da inerbire sarà pari a 22 ettari circa.

L'inerbimento consiste nella creazione e nel mantenimento di un prato costituito da vegetazione "naturale" ottenuto mediante l'inserimento di essenze erbacee in blend e/o in miscuglio attraverso la semina di quattro o cinque specie di graminacee e una percentuale variabile di leguminose in consociazione (verranno impiegate essenze mellifere i cui fiori saranno prediletti da insetti impollinatori – api- che spostandosi di pianta in pianta favoriranno l'aumento della biodiversità e contribuiranno ad arricchire l'offerta di nettare per molti animali). La crescita del cotico erboso viene regolata con periodici sfalci e l'erba tagliata finisce per costituire uno strato pacciamante in grado di ridurre le perdite d'acqua dal terreno per evaporazione e di rallentare la ricrescita della vegetazione. La tecnica dell'inerbimento protegge la struttura del suolo dall'azione diretta della pioggia e, grazie agli apparati radicali legati al terreno, riduce la perdita di substrato agrario anche fino a circa il 95% rispetto alle zone oggetto di lavorazione del substrato. Consente una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana ed il conseguente ruscellamento e determina un aumento della portanza del terreno; inoltre riduce le perdite per dilavamento dei nitrati e i rischi di costipamento del suolo dovuto al transito delle macchine operatrici. In definitiva l'inerbimento difende e migliora le proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo ovvero la sostanza organica e quindi anche la fertilità del terreno. L'aumento di sostanza organica genera anche il miglioramento dello strato di aggregazione del suolo e della relativa porosità nonché delle condizioni di aerazione negli strati più profondi, favorendo così la penetrazione dell'acqua e la capacità di ritenzione idrica del terreno.

L'inerbimento del terreno può essere effettuato in vari periodi dell'anno, ma la riuscita migliore la si ha effettuando interventi durante il periodo autunnale (da metà settembre a fine novembre). La semina deve avvenire a spaglio o alla volata, cioè spargendo il seme in maniera uniforme su tutta la superficie del terreno. Bisogna comunque interrare i semi a 2 cm di profondità tramite un rastrello o apposito rullo.

È stato osservato che, nel medio-lungo periodo, un prato misto ben gestito, anche in presenza di coperture che diminuiscano la ventilazione, l'insolazione e con aumenti di temperatura consistenti, non diminuisce la sua capacità di incrementare la produzione di humus e, conseguentemente, di trattenere l'acqua meteorica. L'acqua di pioggia scivolando sulla superficie inclinata dei pannelli fa sì che un'area limitata di suolo sia interessata da una quantità pari a quella che cadrebbe nell'intesa superficie sottesa dal pannello (effetto gronda). È possibile che in aree prive di manto erboso l'effetto gronda divenga, nel tempo, causa di erosione superficiale localizzata. È stato però evidenziato che, in

aree particolarmente soleggiate, l'effetto ombreggiante dei pannelli permette la crescita di erba più rigogliosa. La naturale diffusione del manto erboso polifita anche negli interspazi (specialmente le graminacee in miscuglio con essenze leguminose) frena l'effetto erosivo.

L'inerbimento, comune ed attivo agente antierosivo, può controllare lo scorrimento superficiale sul suolo interferendo sul flusso dell'acqua sul terreno rallentandone la velocità e permettendo quindi all'acqua di infiltrarsi (Hamm, 1964). Un prato fitto, sano e ben insediato (si intende un cotico erboso a 90 giorni dalla semina) assorbe fino a sei volte la quantità di pioggia rispetto ad una uguale superficie coltivata a grano, riducendo lo scorrimento superficiale dell'acqua (Panella A. et al., 2000). L'efficacia di controllo dell'erosione da parte delle coperture erbose (inerbimenti) è la somma di un'elevata densità di culmi e di radici che favoriscono una maggiore stabilizzazione del suolo: l'elevata biomassa aerea e radicale permettono anche di ridurre il flusso superficiale dell'acqua, ritardandone la velocità e riducendo il potenziale erosivo dell'acqua (Beard J.B., 1973).

Per opporsi efficacemente all'erosione occorre che il terreno abbia una densità vegetale pari ad almeno il 70% e un buon inerbimento va decisamente incontro a questa condizione. Il più comune agente erosivo, come risulta noto, è rappresentato dall'acqua. L'impatto delle gocce di pioggia sul terreno nudo, per esempio, provoca una dispersione delle particelle consentendo un loro facile trasporto insieme all'acqua. In questo caso la funzione degli inerbimenti, sfruttando la loro elevata densità, è quella di intercettare (attraverso i culmi e le foglie) queste gocce prima che giungano al suolo trattenendole. Fondamentale e superiore a qualsiasi altro organo vegetale è poi la funzione dell'apparato radicale nel tenere fermo il suolo. Nella fattispecie, l'identificazione della miscela di sementi idonea ad un determinato inerbimento passa dall'unione di piante con sistemi radicali fini, fascicolati ed estesi. Diverse prove di natura scientifica hanno stabilito che circa il 90% del peso della pianta è costituito dalle radici e si calcola che ogni singola pianta sviluppa, in condizioni ottimali nell'arco della propria vita, un apparato radicale avente una lunghezza complessiva di oltre 600 Km (Brown 1979). L'incremento in sostanza organica provocato dalla morte delle radici, tra l'altro, a fine ciclo vitale o a seguito degli sfalci (mulching), contribuisce ad incrementare la permeabilità del suolo diminuendo lo scorrimento superficiale. In ultima analisi si porta all'attenzione il fatto che dal punto di vista del riciclo la funzione svolta dagli inerbimenti è fondamentale: attraverso i meccanismi di evapotraspirazione l'acqua torna all'atmosfera e solo una piccola parte (davvero minima attuando corrette pratiche manutentive) si perde (almeno temporaneamente) con la percolazione in profondità.

11.8 Fascia Perimetrale di mitigazione

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedono l'utilizzo di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco agrovoltico in maniera da permetterne l'utilizzo da parte della fauna. Il progetto prevedrà la realizzazione di una recinzione che gira attorno al perimetro del parco fotovoltaico (al suo interno): su tale recinzione, a distanza di 50 cm dalla stessa, verrà posizionata una siepe per tutta la sua lunghezza. In pratica si collocheranno in opera delle piante arbustive, altamente resistenti alle condizioni pedo-climatiche del sito che nell'arco di pochi anni andranno a costituire una siepe vera e propria. L'arbusto verrà fatto crescere fino al raggiungimento dell'altezza prefissata che corrisponderà al limite della recinzione di 2,0 m. La siepe percorrerà tutto il perimetro del parco fotovoltaico, sarà cioè lunga diversi km. Le piante, ben formate e rivestite dal colletto all'apice vegetativo, saranno fornite in vaso 20 e avranno un'altezza da 0,60 a 0,80 m, e verranno distanziate tra loro 50 cm (3 piante per ogni metro lineare). L'arbusto che verrà impiegato per la realizzazione della siepe perimetrale sarà la *Phyllirea angustifolia* L. (singole o in associazione con altre piante di macchia mediterranea). La piantumazione delle essenze arbustive per la realizzazione della siepe perimetrale prevedrà una lavorazione superficiale di una fascia di terreno agrario di circa 1 m lungo tutto il perimetro e l'apertura di piccole buche per la collocazione in sito delle piante. Ogni arbusto, fornito in opera in fitocella, sarà collocato nella propria buca avendo avuto preliminarmente cura di smuovere il terreno per non creare l'effetto vaso; inoltre, alla base della buca, verrà distribuito del concime organico maturo per favorire la fase di attecchimento della pianta stessa dopo il trapianto. Dopo la fase di piantumazione sarà necessario realizzare un impianto di irrigazione a goccia, con singoli punti goccia per ogni pianta: l'impianto irriguo, che seguirà in tutto il suo perimetro il parco fotovoltaico, sarà suddiviso in settori per rendere omogenea l'erogazione della risorsa irrigua senza determinare pressioni di esercizio elevate e dannose. La tubazione principale risulterà costituita in polietilene a bassa densità, di diametro 20 mm. In corrispondenza di ogni pianta vi sarà un foro da cui fuoriuscirà la quantità di acqua nell'intervallo di tempo stabilito necessario alla pianta per l'avviamento dalla propria fase di radicazione nel nuovo substrato agrario. In linea generale un siffatto impianto irriguo potrà erogare, per ogni singolo punto irriguo, fino a 4 litri di acqua per ogni ora. Ogni settore sarà comandato da una elettrovalvola, la quale a sua volta comunicherà con una centralina elettronica su cui saranno predisposti e calendarizzati i vari turni irrigui in funzione, per esempio, della stagionalità e/o dell'intensità luminosa di un determinato periodo. L'intero impianto irriguo sarà così perfettamente

automatizzato. Sull'approvvigionamento idrico, per far fronte all'attecchimento delle nuove colture e per l'utilità a servizio del campo fotovoltaico, è intenzione della società utilizzare le bocchette di approvvigionamento e/o appresamento del consorzio di bonifica che si trovano distribuite in varie zone degli appezzamenti di progetto. Il regolamento irriguo esistente (approvato dal Consiglio dei Delegati con deliberazione n° 11 del 28.04.1995 resa esecutiva dal CO.RE.CO con decisione n° 363 del 16 giugno 1995) prevede che ogni utenza sarà dotata di un gruppo di consegna munito di un limitatore di portata che garantisce l'erogazione del volume assegnato sulla base della superficie irrigabile dell'azienda ed impedisce che venga superato il valore della portata prestabilita, pena la drastica riduzione della pressione nella rete aziendale. Il valore di riferimento in termini di volumi irrigui prelevati non potrà superare i 4.700 mc/ettaro per anno.

11.9 Fascia perimetrale di mitigazione

Le opere a verde previste nell'ambito del presente progetto prevedranno l'impiego di specie vegetali autoctone. La presenza di specie autoctone permetterà una più veloce rinaturalizzazione delle aree interessate dai lavori del parco agrivoltaico in maniera da permetterne l'utilizzo da parte della fauna.

Il progetto definitivo prevedrà, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia a verde perimetrale. Tale fascia, larga normalmente 5 m (eccezion fatta per alcuni tratti ove sarà proposta per la larghezza di 10 m) e lunga tutto il perimetro del parco, sarà debitamente lavorata e oggetto di piantumazione specifica. Sul terreno con una macchina operatrice pesante sarà effettuata una prima lavorazione meccanica alla profondità di 20-25 cm (fresatura), allo scopo di decompattare lo strato superficiale. In seguito, in funzione delle condizioni termopluviometriche, si provvederà ad effettuare eventualmente altri passaggi meccanici per ottenere il giusto affinamento del substrato che accoglierà le piante arbustive. Compilate le operazioni riferite alle lavorazioni del substrato di radicazione si passerà alla piantumazione delle essenze. Per il sito in oggetto verranno impiegate piante autoradicate di altezza 1,30-150 m, in zolla; le piante saranno collocate a 5 m tra loro (nella fascia di 10 m verrà realizzata una doppia fila di piante secondo lo schema che in seguito verrà proposto). Ogni arbusto piantumato sarà corredato di un opportuno paletto di castagno per aiutare la pianta nelle giornate ventose e consentirne una crescita idonea in altezza in un arco temporale

piuttosto ampio. Nella fascia a 10 m lo spazio lasciato tra le file consentirà di condurre facilmente le eventuali lavorazioni del terreno agrario.

La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è quindi necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano all'essenza di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato.

L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno lungo le pareti e sul fondo sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto sarà impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici. La colmataura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature ed eventualmente ricaricata con materiale idoneo.

Le piante che verranno impiegate per la realizzazione della zona di mitigazione perimetrale saranno tutte piante appartenenti alla macchia mediterranea, sempreverdi e/o caducifoglie, altamente resistenti agli stress biotici ed abiotici, alle condizioni pedoclimatiche del sito, ecc.. Ci si riferisce in particolare ad arbusteti e macchie che costituiscono i tipi di vegetazione più diffusi in Sardegna e anche nel comprensorio di riferimento. In massima parte, la vegetazione di macchia deriva dalla degradazione di preesistenti formazioni forestali a causa di deforestazione o incendio, o per intercalazione di fasi di ceduzione e pascolo. In genere aggregati sotto il nome di "macchia mediterranea", gli arbusteti mediterranei comprendono, in realtà, differenti fisionomie e associazioni di vegetazione che rispecchiano diverse condizioni pedoclimatiche, o diverse fasi delle dinamiche di

vegetazione (successione secondaria); le piante che saranno impiegate, pertanto, saranno il risultato di una composizione di individui vegetali appartenenti alla stessa famiglia. Si attingerà quindi a:

- Mantelli caducifogli: arbusteti dominati da arbusti caducifogli, in particolare della famiglia delle rosacee, quali pero selvatico, biancospino, prugnolo, rovo.
- Macchie a lentisco: lentisco, corbezzolo, olivastro, erica arborea, ilatro.
- Macchie a calicotome o ginestre spinose: macchie basse, impenetrabili, dominate da leguminose perenni spinose. In genere in contatto con ginepreti e formazioni a palme nane.
- Cisteti: arbusteti bassi dominati da *Cistus* spp. diffusi soprattutto in aree precedentemente percorse dal fuoco.
- Formazioni a palme nane: arbusteti costieri con dominanza o presenza di palma nana, spesso associati a ginepro, lentisco, alaterno, ilatro, rosmarino, ecc...

Sull'approvvigionamento idrico, per far fronte all'attecchimento delle nuove colture e per l'utilità a servizio del campo fotovoltaico, è intenzione della società utilizzare le bocchette di approvvigionamento e/o appresamento del consorzio di bonifica che si trovano distribuite in varie zone degli appezzamenti di progetto. Nelle zone ove non è l'impianto di adduzione dell'acqua non è presente si provvederà alla realizzazione di adduzioni ex-novo dietro ottenimento delle relative autorizzazioni.

Le alberature perimetrali (in particolare Euforbietti) e le piante arbustive autoctone presenti in sito verranno preservate e, come opera di mitigazione ambientale e visiva, si proporrà di aumentarne la consistenza e l'altezza (anche tramite l'ausilio di sistemi irrigui che ne favoriranno lo sviluppo), favorendo nel contempo composizioni con maggior presenza, per esempio, di piante mirto che potranno essere utilizzare per la realizzazione dell'amaro più rappresentativo della Regione Sardegna, allo scopo di creare una massa vegetale di fiori e frutti che potrà divenire fonte ausiliaria di cibo per la fauna. Alla luce di quanto descritto si ritiene che l'intervento in programma non creerà nessuna problematica sulla flora dell'area.

11.10 Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde

I lavori di manutenzione costituiranno una fase fondamentale per lo sviluppo dell'impianto arboreo e/o arbustivo, lavori che andranno seguiti e controllati in ogni periodo dell'anno per affrontare nel migliore dei modi qualsivoglia emergenza. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od in completa realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso nella gestione delle opere a verde. Il piano manutentivo prevedrà una serie di operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all'impianto. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti una serie di interventi colturali quali: controllo della vegetazione spontanea infestante;

- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

11.11 Controllo della vegetazione infestante

Per limitare l'antagonismo esercitato dalle malerbe infestanti verranno messe in atto diverse strategie di natura agronomica: in particolare verranno eseguiti, durante i mesi estivi (da maggio a settembre) a partire dall'anno successivo alla realizzazione dell'impianto, il decespugliamento localizzato delle infestanti in prossimità dei trapianti messi a dimora per una superficie di almeno 1 m² con decespugliatore spallato, con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento in un idoneo punto di stoccaggio autorizzato. Per la fascia di mitigazione arborea saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da trattore agricolo, ecc...) e l'amminutamento in loco delle infestanti in modo da limitare il fenomeno della competizione per lo spazio e per i nutrienti. Saranno previsti complessivamente n° 3 interventi per il primo triennio e n°2 interventi al quarto anno per un totale di n°11 interventi di sfalcio in quattro anni. Il quarto anno, in presenza di arbusti potenzialmente competitivi con le piante messe a dimora, si opererà il taglio degli stessi con motosega o altri mezzi idonei. Tali sistemazioni agrarie, comunque, dipenderanno sempre e comunque dalla velocità di crescita delle piante.

11.12 Sostituzioni fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra, in particolare quelle forestali (in genere di età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

11.13 Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento di mitigazione (ad eccezione della siepe lungo la recinzione dove, invece, l'impianto irriguo consentirà una gestione continua del fabbisogno in acqua). Il numero di irrigazioni di soccorso, in generale, sarà funzione delle condizioni climatiche nel periodo estivo con maggior frequenza nel primo biennio. Inoltre, sarà

fondamentale effettuare diverse irrigazioni, in particolar modo dopo la fase di trapianto e per almeno i due mesi successivi, per favorire la radicazione e quindi l'attecchimento delle giovani piante.

11.14 Difesa fitosanitaria

Normalmente non verranno effettuati trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi qualora si verificano attacchi di insetti defogliatori che colpiscono una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattatrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

11.15 Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- sui filari più esterni del popolamento, sia arborei che arbustivi, l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;
- sui filari interni dell'impianto l'obiettivo sarà di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di varie operazioni agronomiche e/o colturali. La frequenza degli interventi di potatura dei filari sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione, che comprende sia la realizzazione della siepe perimetrale che dei filari arborei, si prevederà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti. Lo scopo sarà quello di dare una forma regolare alle siepi, favorendone l'affrancamento, l'accestimento e consentendo loro una crescita laterale e in altezza (fino al limite di 2,5 m della recinzione), per far sviluppare la parte arborea nel modo più naturale possibile, seguendo gli individui vegetali nella crescita e potando cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente e fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

11.16 Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci poniamo l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento delle piante. Con l'apertura delle buche per la predisposizione delle opere di piantumazione ammenderemo il terreno allo scopo di creare le condizioni ottimali per lo sviluppo futuro della pianta. In seguito, durante il periodo primaverile dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo in modo tale da rafforzare le difese della pianta contro eventuali e possibili stress abiotici.

11.17 Analisi dei costi impianto di melograno

Impianto di un melograno		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata (ettari)</i>	<i>Stima dei costi (ettaro)</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80	52	15.000,00-17.000,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattrice, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20		
Pacciamatura filare bicolore in plastica		
Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto di fruttiferi innestati autofertili: —melograni in vaso 5 litri o a radice nuda.		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		

Per ciò che concerne i costi di raccolta quando le piante saranno in una fase tale da consentirla (probabilmente già dal 3° anno dall'impianto) si prevede di effettuare tale pratica manualmente considerata lo spazio esiguo nell'interfila. Un operatore specializzato riesce a raccogliere in una giornata di lavoro circa 7-8 q.li di melograni. In basso si prospetta un'analisi dei ricavi lordi a partire dal 3° anno fino a piena maturità.

Impianto	Superficie coltivata (900 piante/ha)	Produzione per ettaro (media di 28 kg/pianta)	Prezzo unitario medio	Ricavo lordo totale
Melograneto	52 ettari	250 q.li	0.70 €/kg	910.500,00 €

ipotesi del ricavo lordo derivante dalla coltivazione del Melograno

11.18 Analisi dei costi impianto a fascia di mitigazione

Impianti		
<i>Designazione dei lavori</i>	<i>Sup. stimata (ettari)</i>	<i>Stima dei costi</i>
Lavorazione del terreno con mezzo meccanico alla profondità di cm. 80 (ripuntatura)	6,7	12.500,00
Frangizollatura con erpice a dischi o a denti rigidi da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Leggera sistemazione superficiale di terreni con lama livellatrice portata/trainata da trattrice, da effettuare nell'impianto di fruttiferi in genere		
Concimazione di fondo con i fertilizzanti organici, da eseguirsi in preimpianto dell'arboreto o di riordino per reinnesto (agrumeti, oliveti, frutteti, vigneti, ecc.) nella quantità e tipi da specificare in progetto, caso per caso con un piano di concimazione, previa analisi fisico-chimica dell'appezzamento		
Acquisto e trasporto di tutore in canna di bambù per l'allevamento delle piante di fruttiferi, agrumi ed olivo, in forme libere e appoggiate, quale sostegno dell'intera pianta o per l'ausilio nella formazione dell'impalcatura portante, esclusa la messa in opera: sez. mm. 8-10, altezza m. 1,20		
Impianto di irrigazione a goccia con gocciolatoi autocompensanti, comprensivo di raccorderia, materiale di consumo e tutto ciò che serve per consegnare il lavoro a regola d'arte		
Acquisto e messa in opera di fruttiferi innestati autofertili: —olivi innestati a 2 anni o a radice nuda e relativa pacciamatura con telo plastico antialga verde		
Messa a dimora di fruttiferi a radice nuda, innestati o autoradicati, compreso trasporto delle piante, squadratura del terreno, formazione buca, messa a dimora (compreso reinterro buca e ammendante organico) e la sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%		
TOTALE DEI COSTI 1° ANNO		83.750,00 €

12. FORMA DI ALLEVAMENTO

Il sistema di allevamento più diffuso in Italia è quello israeliano che prevede una struttura ad “Y” trasversale con distanza tra le piante di 3,5 m e tra i filari di 6 m, piante allevate con un solo tronco da cui si diramano 4-6 branche principali disposte a doppia “ala inclinata” o a ombrello rovesciato. Tale forma di allevamento e di struttura si modifica in funzione delle condizioni pedoclimatiche in maniera tale da soddisfare sempre le esigenze del melograno stesso. La forma di allevamento consigliata, nel caso dell’associazione del melograneto con un impianto fotovoltaico, sarà la mezza “Y” con una pianta impalcata a circa 30 cm di altezza con la chioma che si svilupperà su un solo lato in maniera alternata a destra e a sinistra e le branche principali saranno disposte su una sola “ala inclinata”. La pianta verrà impostata dal primo anno attraverso la potatura di allevamento che sarà finalizzata ad ottenere una pianta con metà della chioma allevata su un solo lato della struttura in modo tale da aumentare la penetrazione della luce. Il sesto d’impianto previsto sarà 2 m tra le piante e 5,50 m tra i filari per cui su un ettaro avremo circa 900 piante. Per allevare un albero a monocaule fin dall’impianto occorrerà ridurre ogni pianta a un unico stelo e accorciarlo a circa 30 cm sopra il livello del suolo. Per il primo anno ogni pianta verrà supportata da un tutore sino a circa 1,5 metri dal terreno in modo da ottenere un fusto solido e rigido e, in inverno, poter avere rami robusti da legare direttamente alla struttura. Ai tutori andrà aggiunto un robusto filo orizzontale. Successivamente, attraverso la potatura di allevamento dei primi anni, bisognerà selezionare i germogli della metà scelta del tronco per formare la chioma principale. Questi saranno accorciati o sostituiti a ogni potatura invernale per la formazione di una robusta struttura arborea. La potatura di produzione invece consisterà nella selezione di nuovi rami a frutto, in una piantagione già in fruttificazione, e principalmente nella rimozione dell'eccessivo sovraffollamento di rami secchi e succhioni, mirando a mantenere una quantità adeguata di legno a frutto e la forma di allevamento prevista. Mentre nei primi due anni la potatura di allevamento sarà uguale per tutte le varietà allevate a monocaule, per la potatura di produzione la tecnica cambierà a seconda di diversi fattori (varietà, presenza o meno della struttura di sostegno, dimensioni e sesto di impianto utilizzato).

principalmente nella rimozione dell'eccessivo sovraffollamento di rami secchi e succhioni, mirando a mantenere una quantità adeguata di legno a frutto e la forma di allevamento prevista. Mentre nei primi due anni la potatura di allevamento sarà uguale per tutte le varietà allevate a monocaule, per la potatura di produzione la tecnica cambierà a seconda di diversi fattori (varietà, presenza o meno della struttura di sostegno, dimensioni e sesto di impianto utilizzato).